

Thème G La photographie numérique

Chapitre 13 À la découverte de la photographie numérique

Le thème G (*La photographie numérique*) correspond aux deux chapitres suivants :

- **Chapitre 13 : À la découverte de la photographie numérique**
- Chapitre 14 : Algorithmes pour les images

Le chapitre 13 est indépendant des autres chapitres.

A. Le programme

Les capacités exigibles du BO pour ce chapitre sont données ci-dessous. Les autres contenus du thème *La photographie numérique* seront traités dans le chapitre 14.

Contenus	Capacités attendues du BO traitées dans le chapitre 13	Activités / Exercices
Photosites, pixels, résolution (du capteur, de l'image), profondeur de couleur	Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon les réglages de l'appareil.	Activité 2 p. 187 Exercices 1, 2, 3, 4 et 5 p. 192
Métadonnées EXIF	Retrouver les métadonnées d'une photographie.	Activité 4 p. 189 Exercices 9 et 10 p. 193
Rôle des algorithmes dans les appareils photo numériques	Expliciter des algorithmes associés à la prise de vue. Identifier les étapes de la construction de l'image finale.	Activité 3 p.188 Activité 1 p.186

B. QCM diagnostique p. 184

Ces questions vont instaurer le débat, ou la discussion.

Elles sont destinées à faire une évaluation diagnostique en début du chapitre et sont disponibles sur QCMCam et aux formats PDF, PPT et ODP sur le site web : https://lienbordas.fr/740171_ch13_qcm.

1	Que représente un pixel dans une image ? <i>Réponses :</i> A. Un capteur de lumière B. Un point coloré affiché à l'écran (bonne réponse) C. Une lentille de l'objectif D. Une mémoire de l'appareil
2	À quoi servent les photosites dans un capteur d'appareil photo ? <i>Réponses :</i> A. À afficher les images. B. À stocker la photo. C. À capter la lumière. (bonne réponse) D. À zoomer sur l'image.
3	Quelle est la première étape de la construction d'une image numérique ? <i>Réponses :</i> A. L'enregistrement sur la carte mémoire B. L'affichage à l'écran C. La capture de lumière par les photosites (bonne réponse) D. Le transfert vers l'ordinateur
4	Où peut-on retrouver les métadonnées d'une photo (date, appareil, lieu, etc.) ? <i>Réponses :</i> A. Sur l'objectif de l'appareil B. Dans le nom du fichier uniquement C. Dans les informations du fichier image (EXIF) (bonne réponse) D. Dans la galerie d'applications
5	Si un capteur contient plus de photosites, cela permet généralement <i>Réponses :</i> A. d'avoir un zoom plus rapide. B. de prendre plus de photos. C. d'obtenir une image de plus haute définition. (bonne réponse) D. de faire moins de bruit en photo.

C. Frise historique p. 185

Réponses aux questions :

1. Ces deux éléments capturent les informations lumineuses issues du sujet photographié afin d'en garder une trace.

2. La pellicule est sensible chimiquement à la lumière, tandis que le capteur de lumière est un dispositif électronique.
3. Chaque smartphone est doté d'un appareil photo numérique intégré, ce qui rend la prise de vue extrêmement fluide et rapide. Il est de plus très aisé de partager les clichés numériques via les réseaux sociaux, SMS ou e-mail.

D. Description des activités

Activité 1 p. 186 Comment se forme une image numérique ?

Capacité travaillée :

- Identifier les étapes de la construction de l'image finale.

Cette activité présente le principe de fonctionnement de la formation d'une image, depuis le sujet photographié jusqu'au stockage dans la carte mémoire.

Réponses aux questions :

1. La lumière issue de l'objet traverse l'objectif puis la matrice de Bayer, qui la décompose en composantes rouge, vert et bleu. Elle vient ensuite interagir avec le capteur de lumière qui la transforme en courant électrique.
2. D'après le doc. C, on voit que l'œil humain est plus sensible de jour au vert.
3. Non, les filtres rouges, verts et bleus ne sont pas en nombre égal. En effet, pour capter une image comme le ferait l'œil humain le jour, il faut davantage de filtres verts que de filtres rouges ou bleus (voir la réponse à la question 2).
4. Les photosites du capteur de lumière permettent de transformer la lumière en courant électrique.
5. Le composant qui transforme le signal analogique en signal numérique est le convertisseur analogique-numérique (CAN).
6. a. La lumière entre dans l'appareil photo : étape 1.
b. La lumière est convertie en signal électrique : étape 3.
c. L'image est codée sous forme numérique : étape 4.

Activité 2 p. 187 Qu'appelle-t-on définition d'un capteur ou d'une image ?

Capacité travaillée :

- Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon les réglages de l'appareil.

Cette activité propose d'exprimer la définition d'un capteur de deux manières distinctes. Elle met l'accent sur la différence entre la définition d'un capteur et celle d'une image.

Cette activité permet de distinguer les photosites d'un capteur et les pixels d'une image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon deux réglages d'un appareil photo. À l'aide d'un dessin, les élèves peuvent se rendre compte de la différence de taille des deux images avec les différents réglages.

Réponses aux questions :

1. Il existe deux manières d'exprimer la définition d'un capteur de lumière.

Pour un capteur de $3\,000 \times 3\,000$ photosites, sa définition peut s'exprimer :

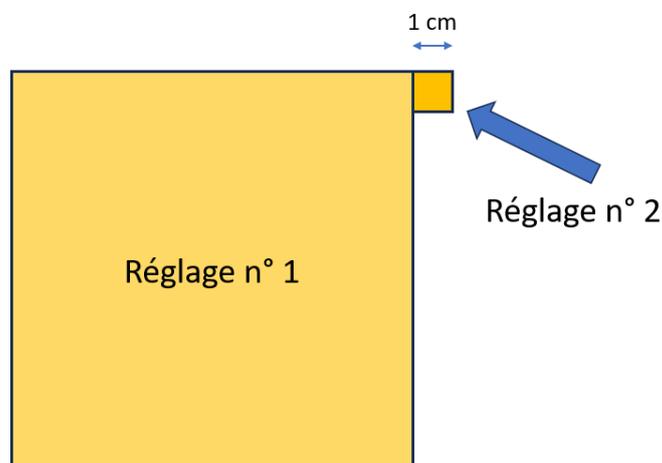
- méthode 1 : par l'expression largeur \times hauteur : $3\,000 \times 3\,000$;
- méthode 2 : en calculant le nombre total de photosites : $3\,000^2 = 9\,000\,000$ photosites.

2. On indique dans le doc. A que le nombre de photosites doit être au moins quatre fois supérieur au nombre de pixels de l'image. Par conséquent, avec un *capteur* de définition $3\,000 \times 3\,000$, il n'est pas possible de prendre une *image* de définition $3\,000 \times 3\,000$. Attention à ne pas confondre la définition de l'image avec celle du capteur.

3. On calcule le nombre de pixels en multipliant la largeur de l'image (en pixels) par sa hauteur (en pixels). On obtient immédiatement :

- réglage n° 1 : $500 \times 500 = 250\,000$ pixels ;
- réglage n° 2 : $50 \times 50 = 2\,500$ pixels.

4. Il s'agit ici de comparer la taille de ces deux images en les plaçant côte à côte, avec la même échelle.



Le coefficient multiplicateur pour passer du réglage n° 2 au réglage n° 1 est égal à $10^2 = 100$: l'image 1 est donc cent fois plus grande que l'image 2.

5. a. L'image qui occupe le plus d'espace en mémoire est celle obtenue avec le réglage n° 1.
- b. Si on imprime les deux images au même format (à la même taille, donc), l'image la plus jolie à l'œil nu sera celle qui possède le plus grand nombre de pixels, soit celle obtenue avec le réglage n° 1.
6. Si l'on désire prendre un nombre élevé de photos, alors il faudra choisir le réglage n° 2 mais les photos seront très pixellisées.
7. Pour assurer la meilleure qualité de photo possible sur un smartphone, il faut choisir le réglage correspondant à la meilleure définition possible.

Activité 3 p. 188 Que cache le codage RVB d'un pixel ?

Capacité travaillée :

- Expliciter des algorithmes associés à la prise de vue.

Cette activité propose de manipuler le codage RVB des pixels à l'aide d'un programme Python. Une première interface permet de relever les valeurs RVB des différents pixels d'une image. Cela permet de découvrir qu'une image matricielle est composée de pixels et que l'on peut lui appliquer un traitement numérique grâce au langage Python : modification de la couleur d'un pixel, passage d'une image en niveau de gris ou en négatif...

Réponses aux questions :

1. Avec le codage RVB, chaque pixel de l'image est représenté par un triplet (r, v, b) de trois entiers compris entre 0 et 255 inclus.

(10, 125, 254) est un codage possible, tandis que (10, 125, 256) est impossible.

2. Il s'agit de survoler les pixels de l'image et de relever les valeurs des triplets (r, v, b) pour chacune des couleurs demandées :

Blanc	(255, 255, 255)
Noir	(0, 0, 0)
Rouge	(255, 51, 0)
Vert	(0, 153, 0)
Jaune	(255, 255, 0)

3. Chaque pixel de l'image est repéré par ses coordonnées (x, y), le pixel de coordonnées (0, 0) se trouvant par convention en haut à gauche de l'image.

Coordonnées du pixel	Couleur
(0 ; 0)	Blanc
(3 ; 16)	Rouge
(9 ; 13)	Jaune

4. Le pixel situé aux coordonnées (8 ; 1) est représenté par le triplet (0, 153, 0).

5. On exécute le script.

6. L'instruction `image.show()` doit être écrite dans la console. L'image du mage apparaît alors dans le panneau de sortie :



7. Le doc. B indique quelles instructions Python permettent de renvoyer la largeur et la hauteur de l'image, exprimées en nombre de pixels.

```
>>> image.width
20
>>> image.height
20
```

8. a. Cette instruction Python renvoie le triplet (r, v, b) correspondant au pixel de coordonnées (8 ; 1), soit la valeur (0, 153, 0).

b. Cette instruction Python colore le pixel de coordonnées (8 ; 1) avec le triplet (0, 0, 255), soit en bleu.

```
>>> image.putpixel((8,1),(0,0,255))
>>> image.show()
```

On obtient l'image modifiée suivante :



9. Pour colorier en rouge les deux pixels qui forment la ceinture du mage, il faut écrire les deux instructions Python suivantes :

```
>>> image.putpixel((9, 13), (255, 51, 0))
>>> image.putpixel((10, 13), (255, 51, 0))
>>> image.show()
```

On obtient l'image modifiée suivante :



La correction dans l'éditeur WebPython est disponible à cette adresse :

https://lienbordas.fr/740171_webpython18_VDS

Activité 4 p. 189 Les images numériques contiennent-elles des informations secrètes ?

Capacité travaillée :

- Retrouver les métadonnées d'une photographie.

Cette activité traite des métadonnées d'une image, qui sont des données dans la donnée, autres que les pixels de l'image.

1. On télécharge la photo.

2. On affiche les métadonnées de l'image en effectuant un clic droit dans l'explorateur de fichier, afin d'afficher les propriétés de l'image.

3. Les métadonnées contiennent les informations suivantes :

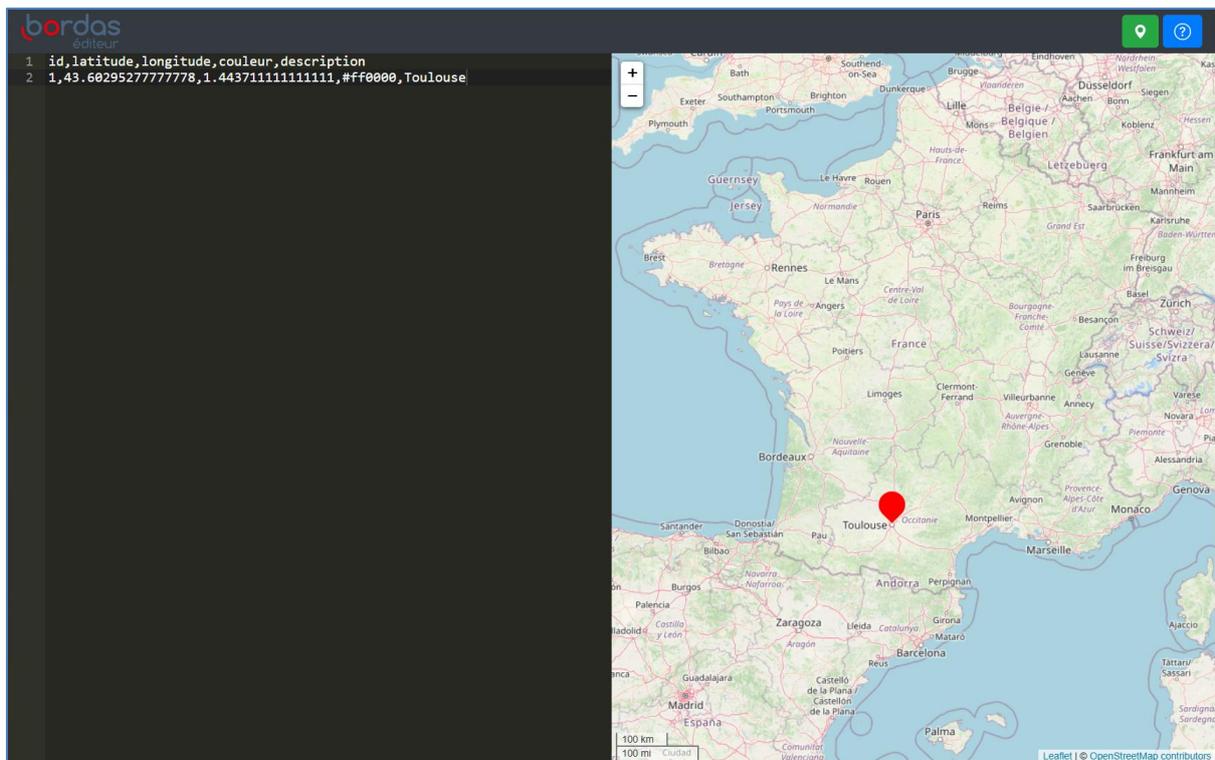
Latitude	43; 36; 10.6300000000045713
Longitude	1; 26 ; 37.3599999999996157
Marque du smartphone	Samsam
Définition de l'image	width × height
Date et heure de la prise de vue	26 juin 2025, 17 h 27

4. Dans les métadonnées de l'image, on récupère :

- la latitude : 43; 36; 10.6300000000045713, soit en notation décimale 43.60295277777778 ;
- la longitude : 1; 26 ; 37.3599999999996157, soit en notation décimale 1.4437111111111111.

En ajoutant la ligne suivante à l'application dédiée fournie, on affiche le lieu de la prise de vue sur une carte de France :

1,43.60295277777778,1.4437111111111111,#ff0000,Toulouse



5. Lorsque Titouan poste une photo prise avec son smartphone, le réseau social peut récupérer les informations contenues dans l'image (c'est à-dire les métadonnées, voir question 3) et les réutiliser à des fins de prospection ou de publicité ciblée.

6. Puisque la photo a été prise à Toulouse, cela indique que Titouan se trouvait dans cette ville à ce moment-là. Un magasin situé non loin de lui a pu ainsi lui envoyer un bon de réduction de 20 % afin d'encourager un acte d'achat : il s'agit bien de publicité ciblée. Rappelons que les réseaux sociaux revendent nos données personnelles (voir activité 2 p. 83 : les réseaux sociaux sont-ils rentables ?).

La réponse est donc la c : un magasin de jeux vidéo en centre-ville de Toulouse.

7. Les métadonnées d'un fichier image contiennent de nombreuses informations sur nous et pourraient faciliter notre identification. Dans une certaine mesure, certaines de ces informations pourraient être qualifiées de **données personnelles**. Il conviendrait de les supprimer avec un logiciel approprié avant de poster une image sur un réseau social.

E. Description des exercices

Exercice 1 p. 192 Définition d'une image numérique

Capacité travaillée :

- Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon les réglages de l'appareil.

Pour déterminer la définition de chaque image, il faut compter le nombre de pixels en largeur, puis en hauteur :

- image a) : 15×16 soit 240 pixels ;
- Image b) : 16×12 soit 192 pixels.

Exercice 2 p. 192 Définition d'un capteur de lumière

Capacité travaillée :

- Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon les réglages de l'appareil.

1. Pour déterminer la définition du capteur, il faut compter le nombre de photosites en largeur, puis en hauteur.

Définition = 18×12 ou 216 photosites (deux écritures possibles)

2. La définition de l'image enregistrée ne pourra pas être toujours égale à celle du capteur, car le nombre de photosites doit être au moins égal à quatre fois le nombre de pixels de l'image (voir activité 2 p. 187).

Exercice 3 p. 192 Les formats Full HD et 8K

Capacité travaillée :

- Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon les réglages de l'appareil.

1. Selon la définition, nombre total de pixels = largeur de l'image en pixels \times hauteur de l'image en pixels.

Ou encore $N = \text{largeur} \times \text{hauteur}$.

$$\text{Donc hauteur} = \frac{N}{\text{largeur}} = \frac{2\,073\,600}{1\,920} = 1\,080 \text{ pixels.}$$

Une définition égale à $1\,920 \times 1\,080$ correspond donc au format Full HD.

2. Avec une cadence de 30 images par seconde et une durée de 1 minute de vidéo, la vidéo occupe un espace mémoire égal à :

$$\text{Taille} = 30 \times 2\,073\,600 \times 3 \times 60 = 11\,197\,440\,000 \text{ octets} \approx 11,2 \text{ Go.}$$

Avec :

- 30 images par seconde
- Une image possède 2 073 600 pixels.
- Chaque pixel est codé sur 3 octets.
- 1 min = 60 s
- 1 Go = 1 000 Mo = 1 000 000 ko = 1 000 000 000 octets

3. Pour le format 8K, on effectue les mêmes calculs. On peut aussi remarquer que chaque image 8K possède seize fois plus de pixels qu'une image en Full HD. L'espace occupé sur le disque dur sera donc 16 fois plus important, soit 180 Go environ ($16 \times 11,2$).

Exercice 4 p. 192 Combien de photos ?

Capacité travaillée :

- Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon les réglages de l'appareil.

1. a. L'image la plus détaillée sera obtenue avec le réglage ayant la plus grande définition d'image, soit le réglage **A**.

b. Au contraire, l'image qui occupera le moins d'espace en mémoire sera obtenue avec le réglage ayant la définition d'image la plus basse, soit le réglage **B**.

2. On cherche à calculer le nombre d'images qu'il sera possible de stocker dans un espace mémoire égal à 10 Go. N'oublions pas que chaque pixel de l'image est codé sur 3 octets.

- Avec le réglage **A** :

$$\text{Nombre d'images} = \frac{10 \times 10^9}{4\,608 \times 3\,456 \times 3} \approx 209,3 \text{ donc } 209 \text{ images.}$$

- Avec le réglage **B** :

$$\text{Nombre d'images} = \frac{10 \times 10^9}{3\,264 \times 1\,836 \times 3} \approx 556,2 \text{ donc } 556 \text{ images.}$$

Exercice 5 p. 192 Le mode panoramique

Capacité travaillée :

- Distinguer les photosites du capteur et les pixels de l'image en comparant les résolutions du capteur et de l'image selon les réglages de l'appareil.

En activant le mode panoramique, chaque image sera composée de 10 images côte à côte.

1. L'image panoramique finale sera dix fois plus large qu'une image simple, en gardant la même hauteur :

$$\text{Définition} = \text{largeur} \times \text{hauteur} = 46\,080 \times 3\,456 \text{ soit } 15\,925\,248 \text{ pixels.}$$

2. Chaque image panoramique aura la taille suivante :

$$\text{Taille} = 46\,080 \times 3\,456 \times 3 \text{ octets} \approx 478 \text{ Mo.}$$

Exercice 6 p. 192 Écologie

Capacité transversale travaillée :

- Faire un usage responsable et critique des sciences et technologies numériques.

1. La multiplication des images numériques entraîne une forte augmentation de la consommation d'énergie liée :

- au stockage massif de données dans les centres de données (*data centers*) ;
- à leur transfert constant via le *cloud* (envoi, consultation, sauvegarde automatique) ;
- à la duplication des fichiers sur plusieurs serveurs pour garantir leur accessibilité.

Cette consommation énergétique provoque une empreinte carbone importante, notamment à cause des systèmes de refroidissement des serveurs (voir exercice 7 p. 115) et de la production d'électricité nécessaire à leur fonctionnement.

2. Afin de réduire cette consommation, voici les conseils à donner aux usagers du *cloud* :

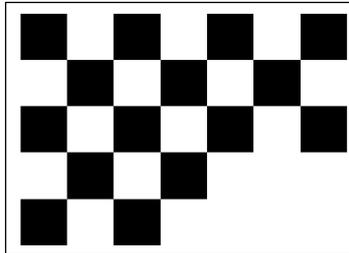
- trier et supprimer les photos inutiles ou en doublon : ne garder que les images utiles ou importantes ;
- éviter les sauvegardes automatiques non maîtrisées : désactiver la sauvegarde automatique de toutes les photos si ce n'est pas nécessaire ;
- compresser ou redimensionner les images avant de les stocker en utilisant des formats légers (ex. : WebP ou JPEG compressé) au lieu de garder des fichiers très lourds ;
- limiter le partage systématique sur plusieurs plateformes différentes car chaque envoi (réseaux sociaux, messageries, cloud) multiplie les copies stockées en ligne ;
- utiliser un stockage local quand c'est possible en stockant certaines images sur disque dur externe ou sur clé USB plutôt que dans le cloud (voir activité 4 p. 111).

Exercice 7 p. 193 Le drapeau à damier

Capacité travaillée :

- Définitions et appels de fonctions en Python

1. L'instruction Python `image.show()` permet d'afficher l'image (incomplète) du drapeau à damier dans le panneau de sortie :



2. La définition de cette image est 7×5 . Elle est composée de 35 pixels.

3. Un pixel noir est représenté par le triplet $(0, 0, 0)$.

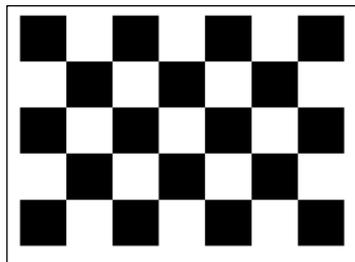
4. Grâce à la fonction `putpixel()` du module PIL, il est possible de changer la couleur de certains pixels blancs afin de les colorier en noir et de finir le coloriage du drapeau à damier :

```
>>> image.putpixel((5, 3), (0, 0, 0))
```

```
>>> image.putpixel((4, 4), (0, 0, 0))
```

```
>>> image.putpixel((6, 4), (0, 0, 0))
```

On obtient alors l'image du damier complétée :



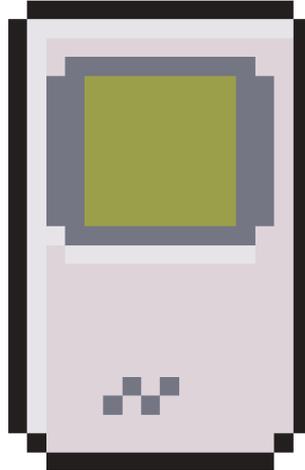
La correction dans l'éditeur WebPython est disponible à cette adresse : https://lienbordas.fr/740171_webpython19_FXG.

Exercice 8 p. 193 Dessiner une icône de jeu vidéo

Capacité travaillée :

- Définitions et appels de fonctions en Python.

1. L'instruction Python `image.show()` permet d'afficher l'image (incomplète) de la console vidéo dans le panneau de sortie :



2. Les instructions `image.width` et `image.height` renvoient respectivement la largeur et la hauteur de l'image, exprimées en nombre de pixels.

```
>>> image.width
```

```
16
```

```
>>> image.height
```

```
25
```

La définition de l'image de la console est donc 16×25 .

3. Grâce aux deux fonctions `getpixel()` et `putpixel()`, il est possible de compléter l'image de la console de jeu.

- Dans un premier temps, l'appel à la fonction `getpixel()` renvoie la valeur du triplet (r, v, b) afin de connaître sa couleur (à utiliser si nécessaire).
- Ensuite, l'appel à la fonction `putpixel()` permet de colorier le pixel de notre choix (repéré par ses coordonnées (x ; y)) avec la bonne couleur (triplet (r, v, b)).

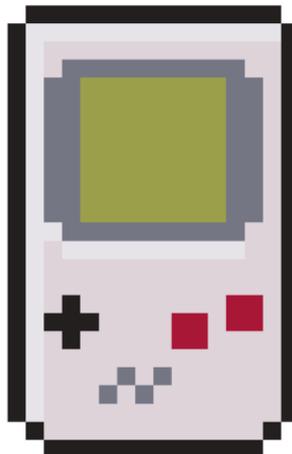
Il faut colorier les deux boutons rouges et la croix directionnelle noire avec les instructions Python suivantes :

```
couleur_croix_directionnelle = (35, 31, 30) # en gris foncé  
couleur_boutons = (169, 23, 54) # en rouge
```

```
#Coloriage de la croix directionnelle  
image.putpixel((2, 17), couleur_croix_directionnelle)  
image.putpixel((3, 16), couleur_croix_directionnelle)  
image.putpixel((3, 17), couleur_croix_directionnelle)  
image.putpixel((3, 18), couleur_croix_directionnelle)  
image.putpixel((4, 17), couleur_croix_directionnelle)
```

```
#Coloriage des deux boutons  
image.putpixel((9, 17), couleur_boutons)  
image.putpixel((9, 18), couleur_boutons)  
image.putpixel((10, 17), couleur_boutons)  
image.putpixel((10, 18), couleur_boutons)  
image.putpixel((12, 16), couleur_boutons)  
image.putpixel((12, 17), couleur_boutons)  
image.putpixel((13, 16), couleur_boutons)  
image.putpixel((13, 17), couleur_boutons)
```

On obtient le résultat suivant que l'on peut afficher avec l'instruction `image.show()` :



La correction dans l'éditeur WebPython est disponible à cette adresse :
https://lienbordas.fr/740171_webpython20_RNW.

Exercice 9 p. 193 Trouver les métadonnées d'une image

Capacité travaillée :

- Retrouver les métadonnées d'une photographie.

1. On télécharge l'image et on l'enregistre sur le disque dur de l'ordinateur.

2. En effectuant un clic droit sur le fichier image et en affichant ses propriétés, on peut accéder aux métadonnées de l'image, dont la latitude qui vaut 68 ; 10 ; 18.9100000000035 et la longitude qui vaut 14 ; 40 ; 47.9700000000009652.

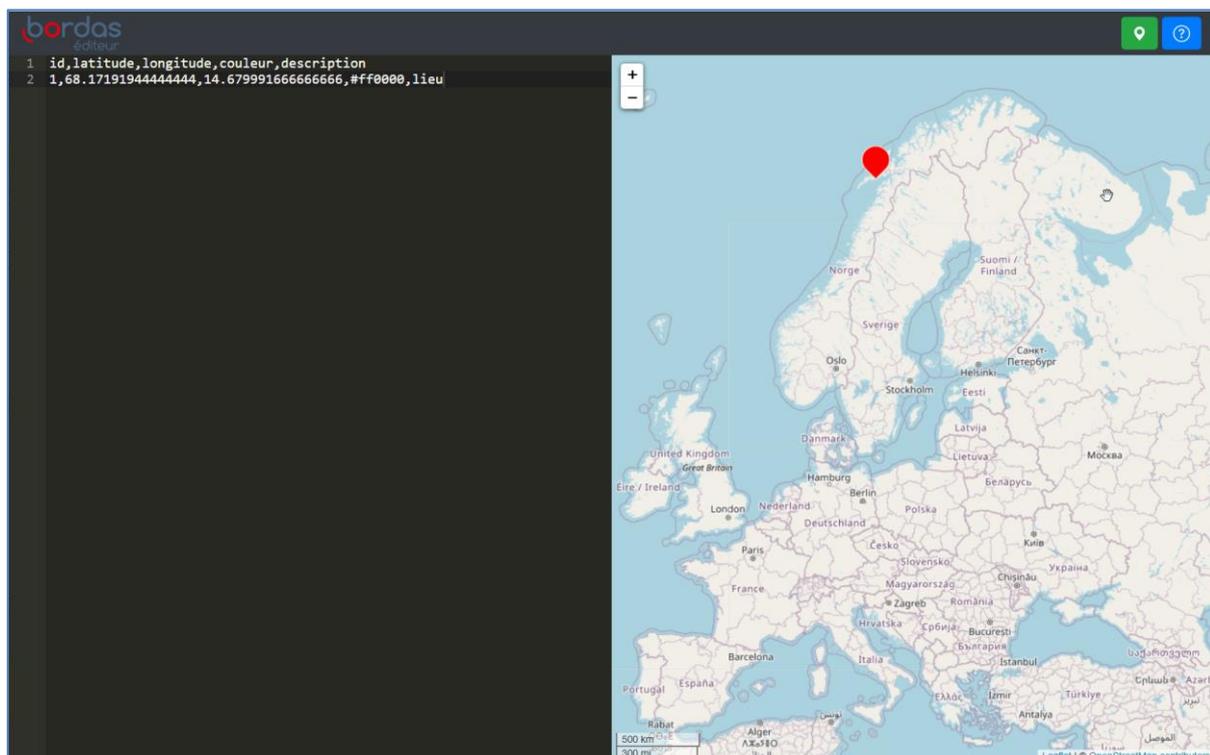
3. Dans les métadonnées de l'image, on récupère :

- la latitude qui vaut 68 ; 10 ; 18.9100000000035, donc en notation décimale 68.17191944444444 ;
- la longitude qui vaut 14 ; 40 ; 47.9700000000009652, donc en notation décimale 14.679991666666666.

En ajoutant la ligne suivante à l'application dédiée fournie, on affiche le lieu de la prise de vue sur une carte de l'Europe :

```
1,68.17191944444444,14.679991666666666,#ff0000,lieu
```

La photo a donc été prise dans le nord de la Norvège.



Exercice 10 p. 193 Cybersécurité

Capacité travaillée :

- Retrouver les métadonnées d'une photographie.

1. On télécharge l'image et on l'enregistre sur le disque dur de l'ordinateur.
2. En effectuant un clic droit sur le fichier image et en affichant ses propriétés, on peut accéder aux métadonnées de l'image. Cette image contient bien effectivement des données personnelles, comme le lieu de la prise de vue, la date et l'heure de la prise de vue, etc.
3. Votre rôle est de conseiller à cette célébrité d'enlever les métadonnées d'une image avant de la poster sur les réseaux sociaux. Vous pouvez lui proposer une solution technique qui lui facilitera la tâche. Il existe en effet des outils simples qui affichent les informations EXIF des images et rend possible leur suppression.

F. Bilan du chapitre p. 194

Question	Réponse
1	c. Le capteur de lumière
2	c. L'objectif
3	b. Un pixel
4	d. Le nombre total de pixels de l'image
5	b. 1 000
6	a. La définition de l'image
7	c. MP4
8	a. Rouge
9	c. (100, 200, 300)
10	c. Le niveau de batterie
11	c. Les métadonnées de l'image
12	b. La géolocalisation
13	c. Elles sont revendues à des fins de publicité.

Des QCM d'auto-évaluation sont disponibles pour un travail en autonomie de l'élève à l'adresse : https://lienbordas.fr/740171_ch13_bilan.