



Vers les images du télescope James Webb

publié le 25/03/2024

Descriptif :

Proposer un mini projet créatif comme finalité de différents parcours rassemblant mathématiques, astronomie et numérique.

Sommaire :

- Contexte et objectif de la séance
- Plus-value du numérique dans cette séance
- Modalités de mise en œuvre
- Déroulement de la séance
- Compétences travaillées
- Bilan critique de la séance

● Contexte et objectif de la séance

Les élèves d'une classe de seconde ont pour mission de produire en Python leur propre image colorisée de la nébuleuse de la Carène ou des Piliers de la Création à partir des données du télescope James Webb.

Cet article a donc pour but de présenter une séance de production finale. Les notions en jeu ont toutes été travaillées par les élèves dans de précédentes activités.

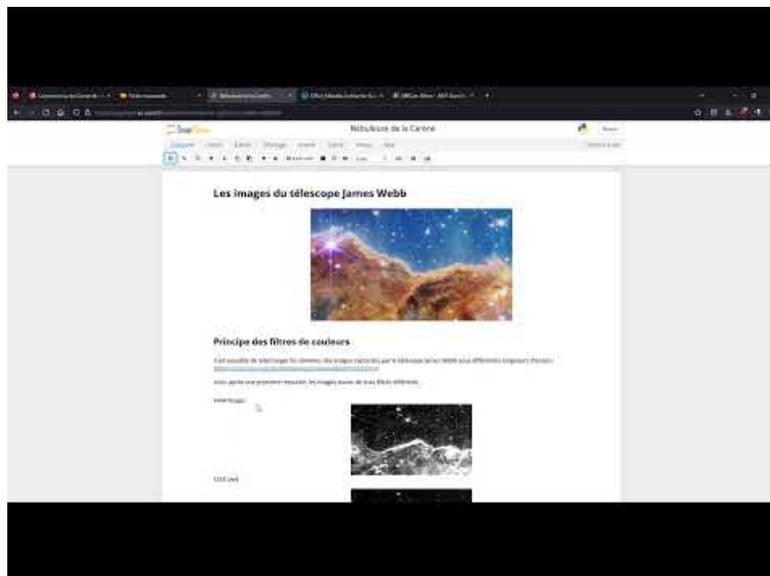
Durant plusieurs semaines, les élèves de différentes classes de seconde ont étudié les images numériques, les nombres, les ordres de grandeur, la proportionnalité, les fonctions de référence ainsi que quelques notions d'astronomie. Au lycée du Bois d'Amour, Oliver Jutand et Marc Grillet avaient déjà produit des ressources autour de l'astronomie et des mathématiques. Cette année, je me suis ajouté à cette réflexion et essayant d'intégrer des notions de programmation Python autour des images numériques. Le travail présenté ici est donc issu d'une collaboration et de nombreuses discussions entre enseignants du lycée.

Voici l'extrait d'un documentaire Arte sur les images du télescope diffusé en classe le cours précédent cette dernière séance en salle informatique. 4 minutes à partir de 19 minutes et 47 secondes sur la vidéo :



Le télescope James-Webb : les premières découvertes. (Video Youtube)

Une vidéo qui explique cette dernière séance de production d'images en couleurs et le lien avec les fonctions de référence :



Travail sur les données du télescope James Webb (Video Youtube)

Un lien vers un article pour les enseignants reprenant cette idée, des codes Python et une vidéo expliquant comment utiliser GIMP à la place d'un code Python pour produire ces images :

<http://tableauxmaths.fr/spip/spip.php?article262>

Ci-dessous, un lien pour tester les scripts Python (Le chargement de Pyodide peut prendre quelques secondes) :

https://willcoyot.pythonanywhere.com/Defis/cours_images/jameswebb

● Plus-value du numérique dans cette séance

[Capytale](#) (sur Lycée Connecté) permet d'organiser simplement la diffusion et le retour d'activités liées à la programmation. Les scripts Python sont exécutables sur le document diffusé aux élèves.

Cette séance de production se situe à la fin de grands parcours Mathématiques et SNT. De nombreuses vidéos ont été diffusées en classe pour donner du sens ou augmenter l'attractivité sur l'ensemble des parcours.

● Modalités de mise en œuvre

- **Niveau éducatif** : Seconde générale et technologique

- **Durée** : Une heure pour la séance de production finale. Une trentaine d'heures réparties sur les trois premiers mois de l'année pour l'ensemble des notions permettant de préparer cette dernière séance.

- **Ressources numériques utilisées** :

- Des vidéos et des scripts Python pour les enseignants ici : <http://tableauxmaths.fr/spip/spip.php?article262> 

- Le .ipynb ainsi que toutes les images de cette dernière séance :

 [Zip de l'activité élève](#) (Zip de 3.8 Mo)
L'ensemble des documents de cette dernière activité à importer dans Capytale

 [les_images_de_james_webb](#) (PDF de 1.9 Mo)
Une vision pdf du fichier .ipynb sur Capytale

- Télécharger les données du télescope : <https://mast.stsci.edu/portal/Mashup/Clients/Mast/Portal.html> 
- Les images issues du télescope (déjà éclaircies) :



Carène : F444 (rouge)



Carène : F335 (vert)



Carène : F187 (bleu)

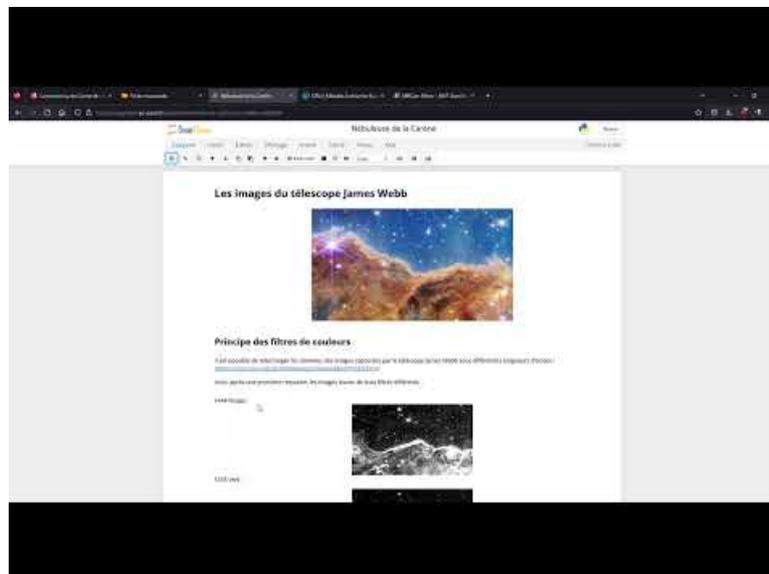
- Un exemple de résultat :



Exemple de résultat : Les Piliers de la Création dans la nébuleuse de l'Aigle (NGC6611)

- **Applications numériques utilisées :**

- Capytale sur Lycée Connecté. Une vidéo :



Travail sur les données du télescope James Webb (Video Youtube)

- Possibilité d'utiliser GIMP pour cette dernière production et aussi pour effectuer un premier traitement des images téléchargées sur <https://mast.stsci.edu/portal/Mashup/Clients/Mast/Portal.html>. Une vidéo pour expliquer :



Retoucher des images de James Webb avec Gimp ([Video Youtube](#))
Premiers traitements des images téléchargées avec GIMP

• **Pré-requis :**

- En Mathématiques : Un travail particulier sur l'astronomie est introduit en classe filé sur plusieurs semaines. On retrouve les ordres de grandeur, écriture scientifique, vitesses et distances en utilisant la proportionnalité. Des études sont proposées autour des masses, des distances et des orbites des astres du système du système solaire. Voici une feuille d'exercices et ses corrections :

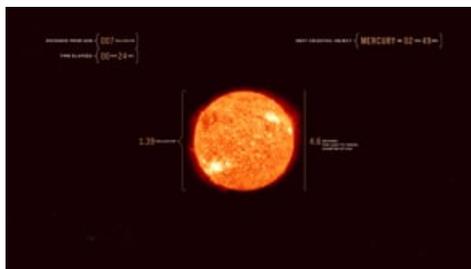
 [astrophysique](#) (PDF de 1021.7 ko)

Feuille d'exercices autour de l'astronomie et du système solaire.

 [astrophysique_corr](#) (PDF de 1 Mo)

Les corrections des exercices sur l'astronomie (utilisation de chat-gpt pour certaines corrections en LaTeX)

- Année-lumière, vitesse de satellisation et de libération sont travaillées en lien avec la proportionnalité, les puissances de 10 et l'utilisation de la racine carrée. Plusieurs vidéos sont utilisées pour illustrer ces notions :



Riding Light ([Video Vimeo](#))

Parcourir le système solaire à la vitesse de la lumière.

Design & Animation : Alphonse Swinehart / <http://aswinehart.com>

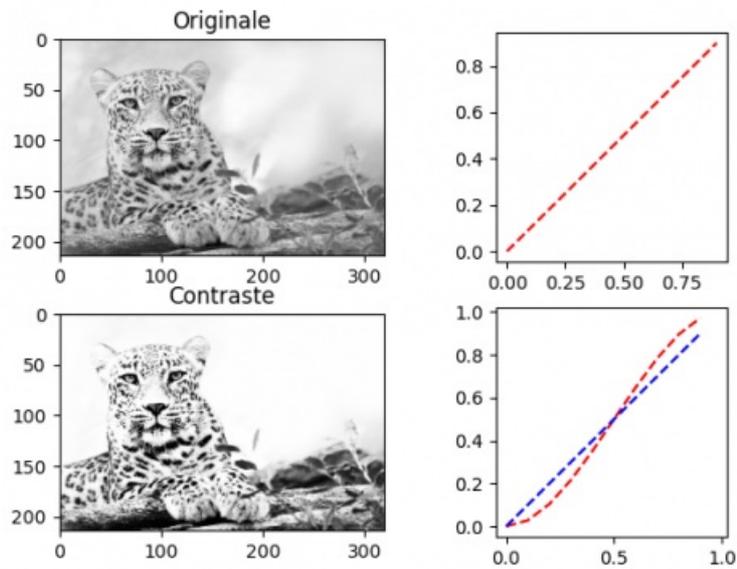
Music : Steve Reich "Music for 18 Musicians"

Performed by : Eighth Blackbird / <http://www.eighthblackbird.org>

- Une séance branchée puis une séance débranchée sur le lien entre les fonctions de référence et les fonctions filtres permettant d'éclaircir/assombrir/contraster/... des images numériques en niveaux de gris.

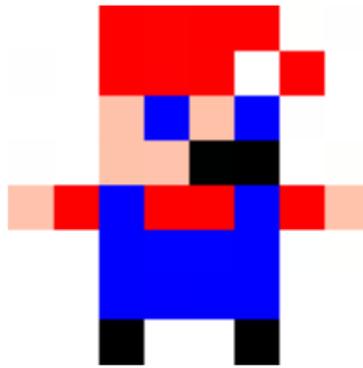
 [Étude fonctions filtres](#) (PDF de 272.1 ko)

Une activité débranchée sur les fonctions filtres



Filtres et fonctions de référence (Python PIL sur Capytale)

- En SNT, plusieurs activités branchées et débranchées pour introduire et comprendre pixels, couleurs RGB et codes Python de traitements des images. Les élèves sont amenés à reproduire une petite image pixel-art, passer une image couleurs en niveaux de gris ou encore enlever un fond vert pour y placer un autre fond :



Une image à reproduire pixel par pixel (Python PIL sur Capytale)



L'image de départ. Il faut retirer le fond vert. (Python PIL sur Capytale)



Résultat d'un élève.

 [activite3_traitements](#) (PDF de 695.5 ko)

Une vision pdf de l'activité Capytale sur le traitement des images numériques.

 [docs_capytale_traitements_images](#) (Zip de 1.9 Mo)

Zip contenant le fichier .ipynb et les images pour une activité Capytale sur le traitement des images numériques

Un exemple de code :

```
import matplotlib.pyplot as plt
from PIL import Image
MonImage = Image.open("tux_yoda.jpg")
Taille = MonImage.size
for x in range(Taille[0]):
    for y in range(Taille[1]):
        rgb = MonImage.getpixel((x, y))
        R = rgb[0]
        G = rgb[1]
        B = rgb[2]
        MonImage.putpixel((x, y), (R, R, R))
plt.imshow(MonImage)
plt.show()
```

● Déroulement de la séance

Comme pour toute activité sur Capytale, les élèves sont en demi-classe en salle informatique. Ils ont reçu un mail contenant le lien vers l'activité. Une présentation du travail à effectuer a déjà été faite le cours précédent. L'extrait du documentaire ARTE permet d'amplifier l'attractivité de ce projet.

Leur mission : Produire une "jolie" image de la Carène ou des Piliers de la Création.

Il ne s'agit ici que d'un projet final. Les élèves ont déjà utilisé et modifié des codes Python dans des activités précédentes pour traiter des images numériques.

Il est demandé aux élèves de télécharger l'image obtenue lorsqu'elle est finie et de la placer dans l'espace d'échange de la classe sur le réseau. Cela permet aux élèves d'observer les travaux de leurs camarades vers la fin de la séance.

Les principales difficultés rencontrées :

- Essayer de conserver quelques noirs profonds ;
- Ne pas avoir l'impression d'avoir un filtre de couleur devant les yeux ;

- Essayer d'obtenir des couleurs d'étoiles satisfaisantes.

Pour cela, les élèves doivent modifier quelques lignes dans le code :

- Pour mixer des couleurs ou réduire des intensités :

```
if R > 4*B: #Seuil
    B = R
#Mixage des couleurs :
pix = ((6*R+2*G+B)//9, (R+3*G+B)//5, (G+2*B+G)//4)
```

- Pour contraster/éclaircir/assombrir un filtre de base ils peuvent utiliser les fonctions de référence :

```
#Fonctions filtres:
def racine(x):
    return np.sqrt(x)

def carre(x):
    return x*x

def contraste(x):
    return x*(-2*x**2+3*x)

#Modifications possibles :
B_data = contraste(racine(B_data))
```

● Compétences travaillées

Pour l'ensemble des parcours convergeant vers cette production :

- **Compétences disciplinaires :**

- Mathématiques : Proportionnalité, vitesses, distances, écriture scientifique, fonctions de référence
- SNT : Images numériques, composante RGB des pixels, traiter une image numérique à l'aide d'un logiciel ou d'un script Python.

- **Compétences du CRCN** mises en œuvre par les élèves :

▶ [CRCN : consulter le tableau avec une entrée par compétence](#) ↗

- Information et données
 - Traiter des données
- Communication et collaboration
 - Partager et publier
 - S'insérer dans le monde numérique
- Création de contenus
 - Développer des documents textuels multimédia
 - Programmer
- Environnement numérique
 - Résoudre des problèmes techniques
 - Évoluer dans un environnement numérique

- **Compétences du CRCN-Edu** mises en œuvre par l'enseignant :

▶ [CRCN-Edu : Domaines et compétences](#) ↗

- Engagement professionnel
 - Communiquer
 - Collaborer
 - Se former, développer une veille
 - Agir en faveur d'un numérique professionnel sûr et responsable

- Adopter une posture ouverte, critique et réflexive
- Gestion des ressources numériques
 - Sélectionner des ressources
 - Concevoir des ressources
 - Gérer des ressources
- Enseignement - Apprentissage avec et par le numérique
 - Concevoir
 - Mettre en œuvre
 - Évaluer au travers du numérique
- Prendre en compte la diversité des apprenants et les rendre autonomes
 - Inclure et rendre accessible
 - Différencier
 - Engager les apprenants

● Bilan critique de la séance

Avant de proposer cette activité, je me suis posé la question : *"Que vont apprendre mes élèves ?"*

En effet, cette dernière séance n'a pas pour but de travailler de nouvelles notions concernant les mathématiques ou les images numériques. Les notions en jeu ont toutes été travaillées dans de précédentes activités. D'un point de vue disciplinaire, les élèves n'ont donc rien appris de nouveau.

En revanche, ils ont réinvesti ces notions précédemment vues dans le cadre d'un mini projet qu'ils ont globalement apprécié. Tous les élèves étaient (au moins au départ de l'activité) investis dans ce projet. Hélas, pour certains élèves, les difficultés pour obtenir l'image qu'ils souhaitaient ont eu, au bout d'une trentaine de minutes, raison de leurs motivations.

Les élèves ont demandé, quelques séances plus tard, de voter pour la "meilleure" image. Voici donc l'image de Tao :



Image remportant le suffrage des élèves : Les Piliers de la Création par Tao

L'attractivité de cette activité a été renforcée par plusieurs entrées :

- Des vidéos (ARTE sur les trous noirs et sur le télescope James Webb, voyage sur un photon, un extrait de la série The Mandalorian...)
- Des exercices de mathématiques autour des astres et des distances dans le système solaire, la vitesse de la lumière et les trous noirs.
- Des codes Python à modifier permettant d'observer en direct les effets de lignes de code sur des images.

Voici d'autres productions :



Piliers de la Création par Mila



La Carène par Lilou



Piliers de la Création par Mady

Cette année a surtout été l'occasion de produire d'autres ressources autour de l'astronomie afin de monter un parcours ou un fil rouge l'année prochaine en seconde. Cela permettra de mieux organiser les emboîtements des différentes activités.