

# La capture de la lumière

## Fonctionnement d'un appareil photo numérique

# Repères historiques

# Repères historiques



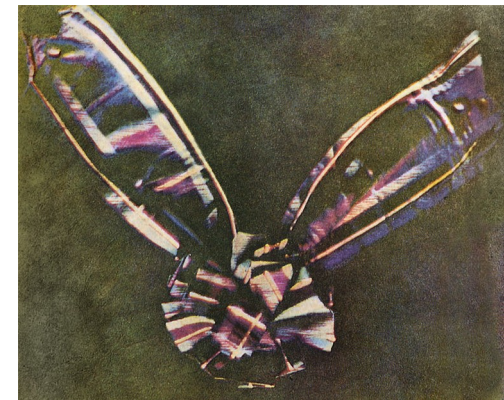
**1827**

**Naissance de la photographie argentique par Nicéphore Niépce.** La plus ancienne photographie conservée s'intitule *Point de vue du Gras*.



**1861**

**Première photographie couleur**  
(par James Clerk Maxwell)



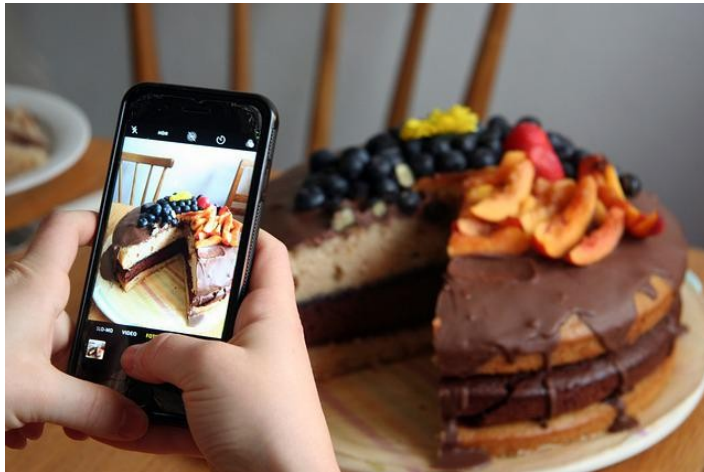
# Repères historiques



# Capturer la lumière

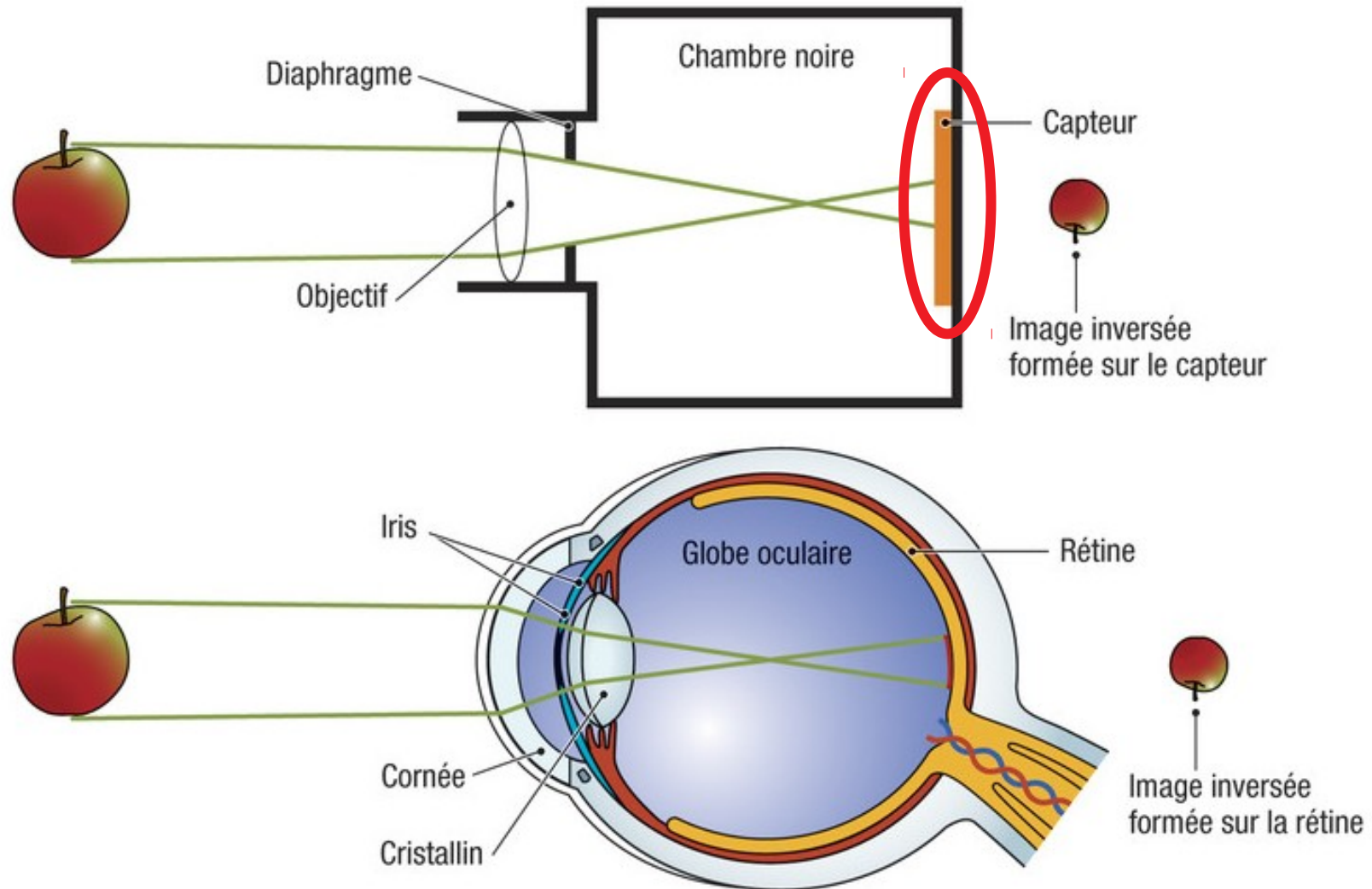
# Capturer la lumière

- Quel que soit l'appareil, même principe !



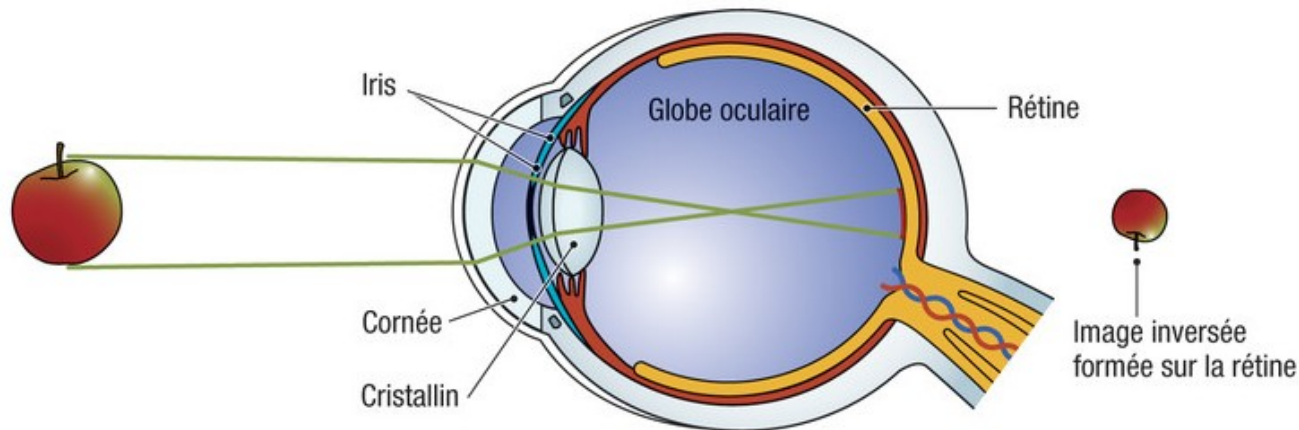
# Capturer la lumière

- **Similitude œil et AP :**



# Capturer la lumière

- **De l'œil au cerveau**



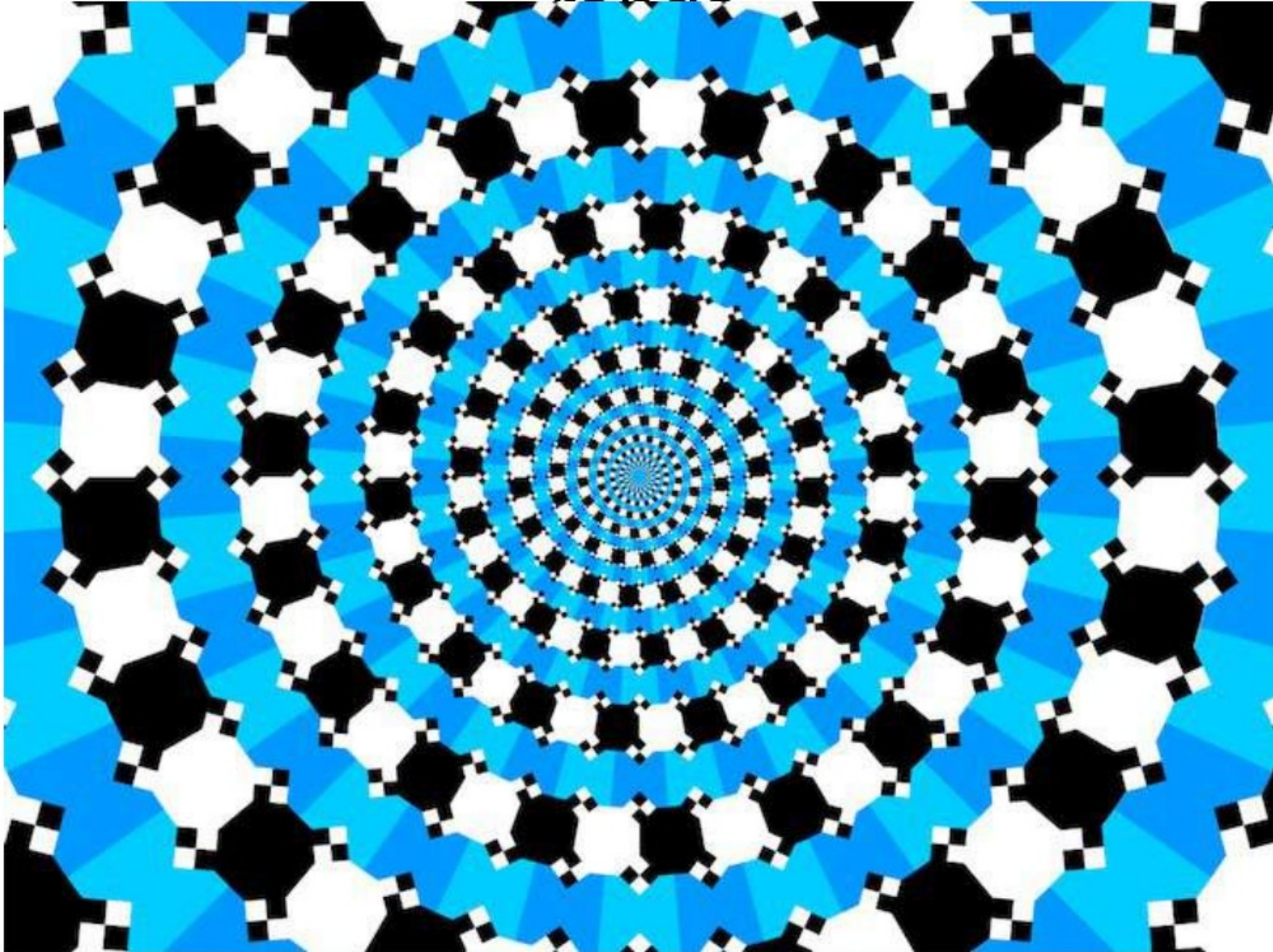
- **Rétine** = système de traitement du signal
- **Cortex visuel** (partie du cerveau) = grand système algorithmique de réalité virtuelle, construit l'image

→ l'image que nous croyons voir n'est qu'une grande reconstitution algorithmique



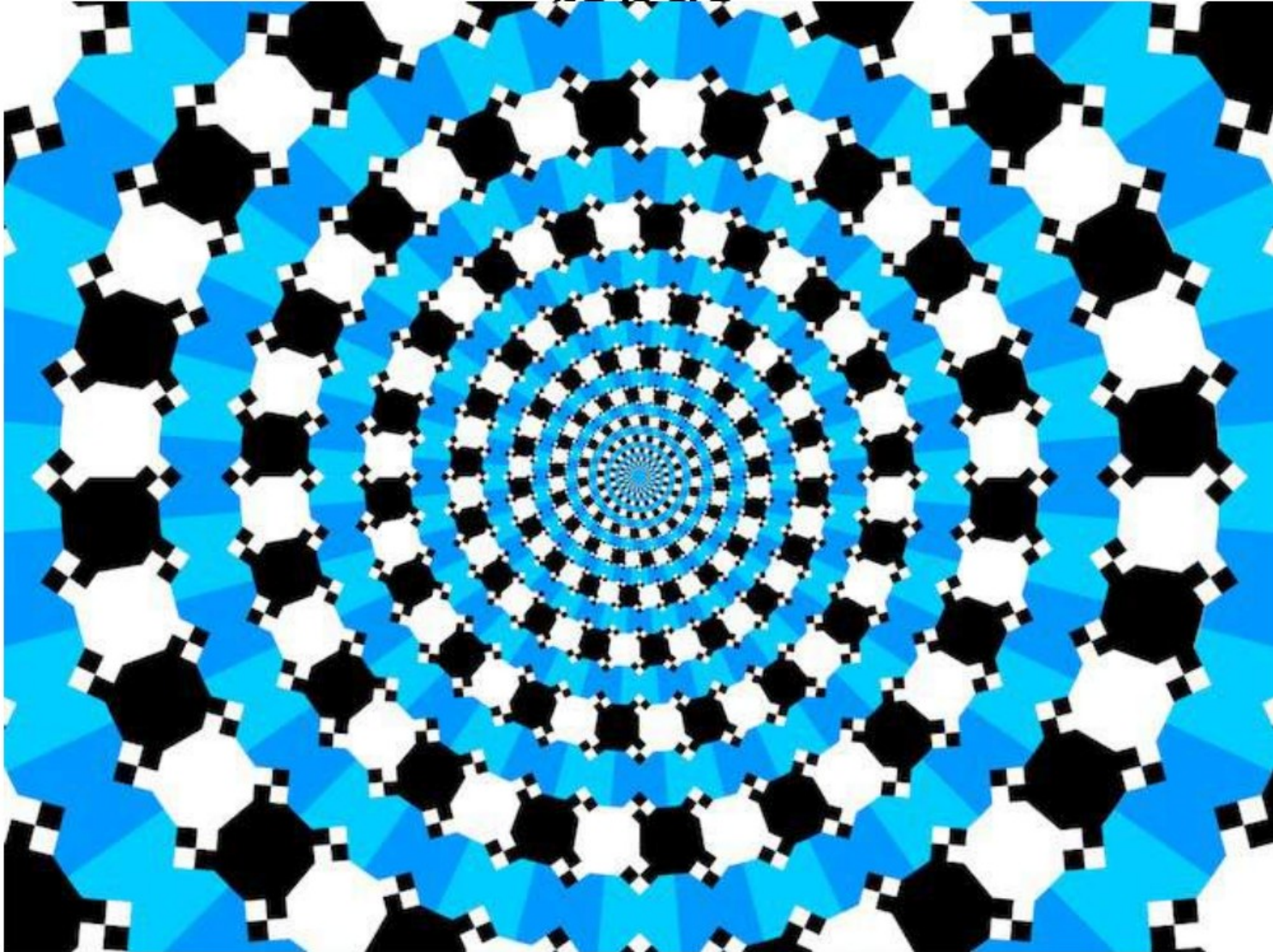
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



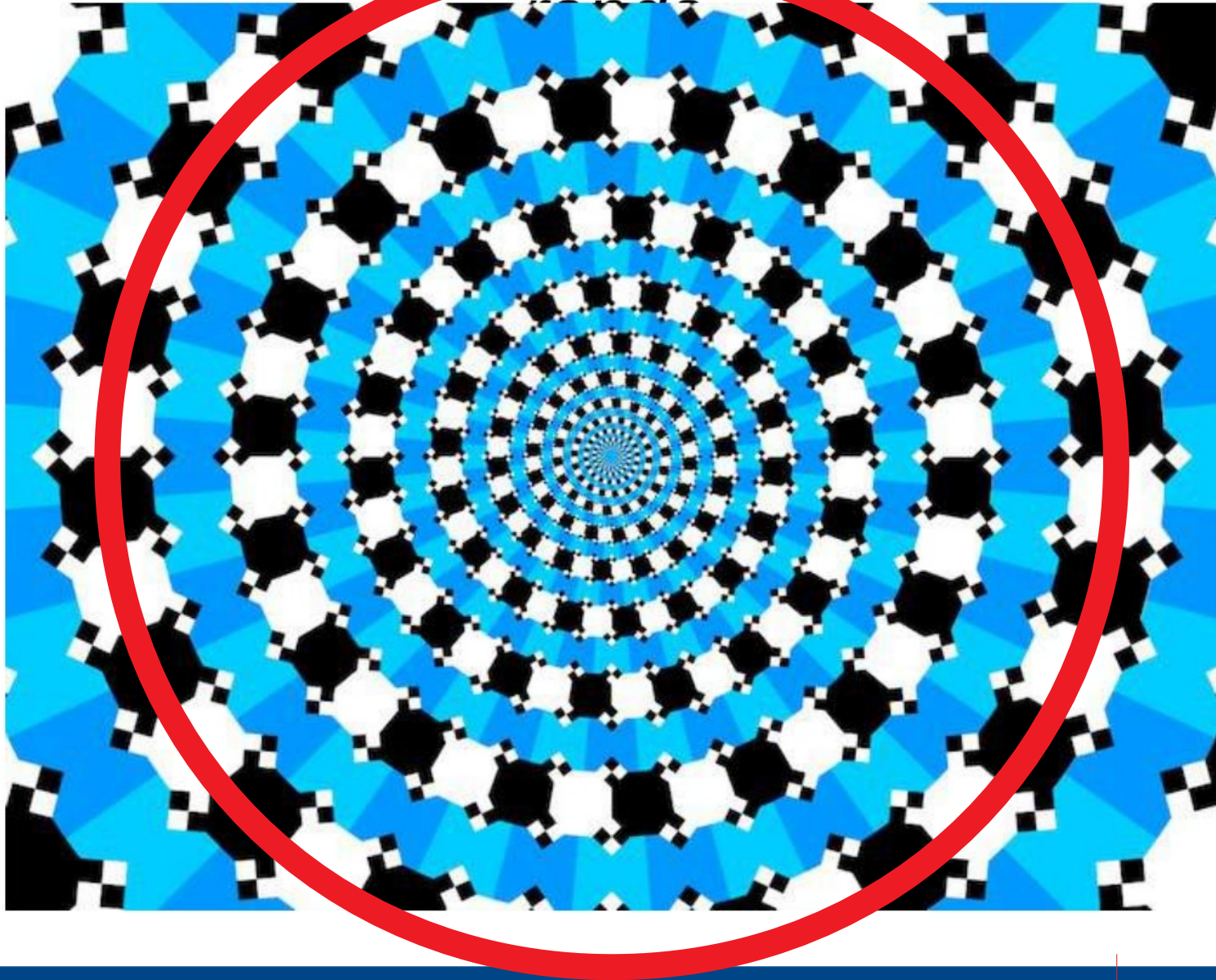
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



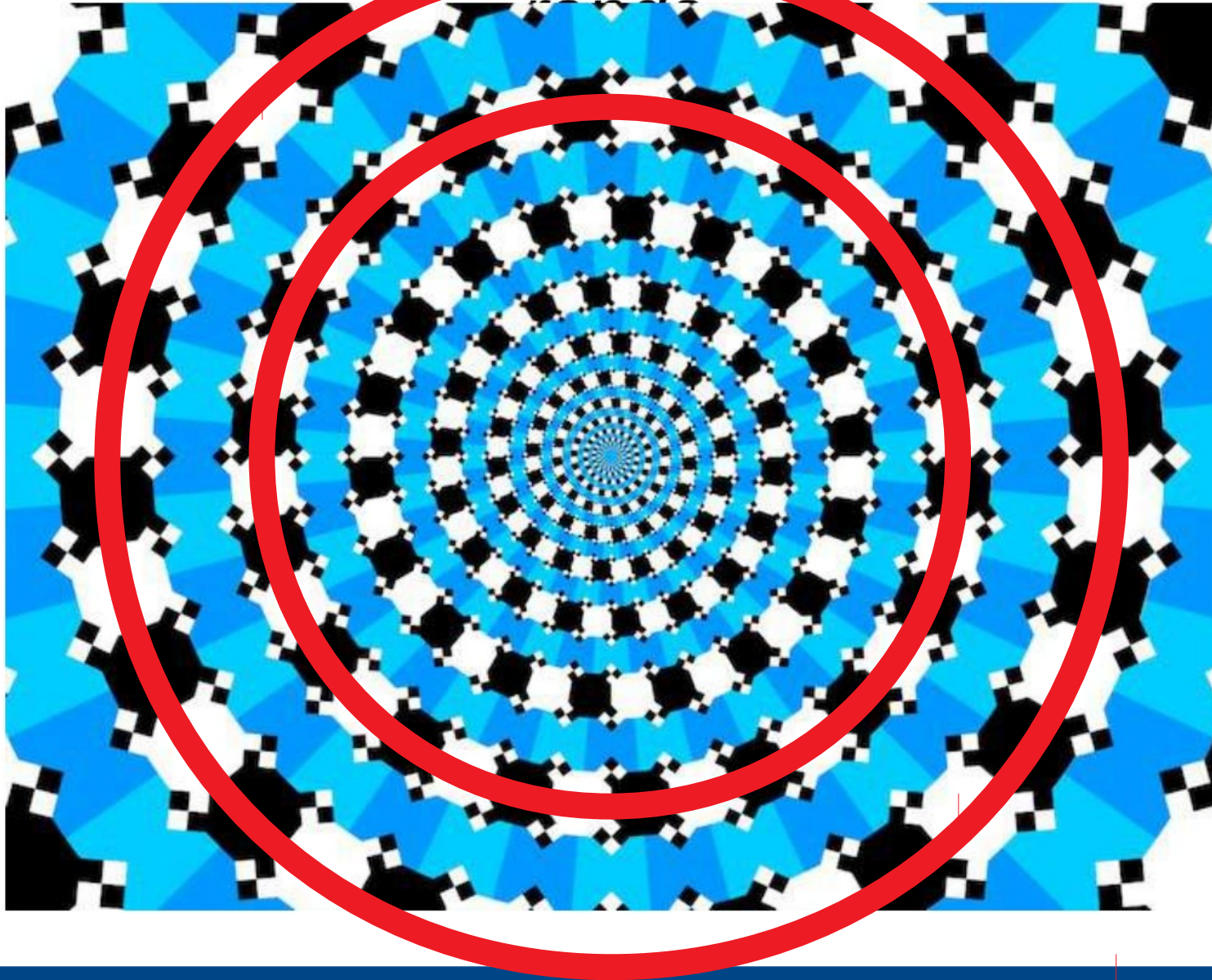
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



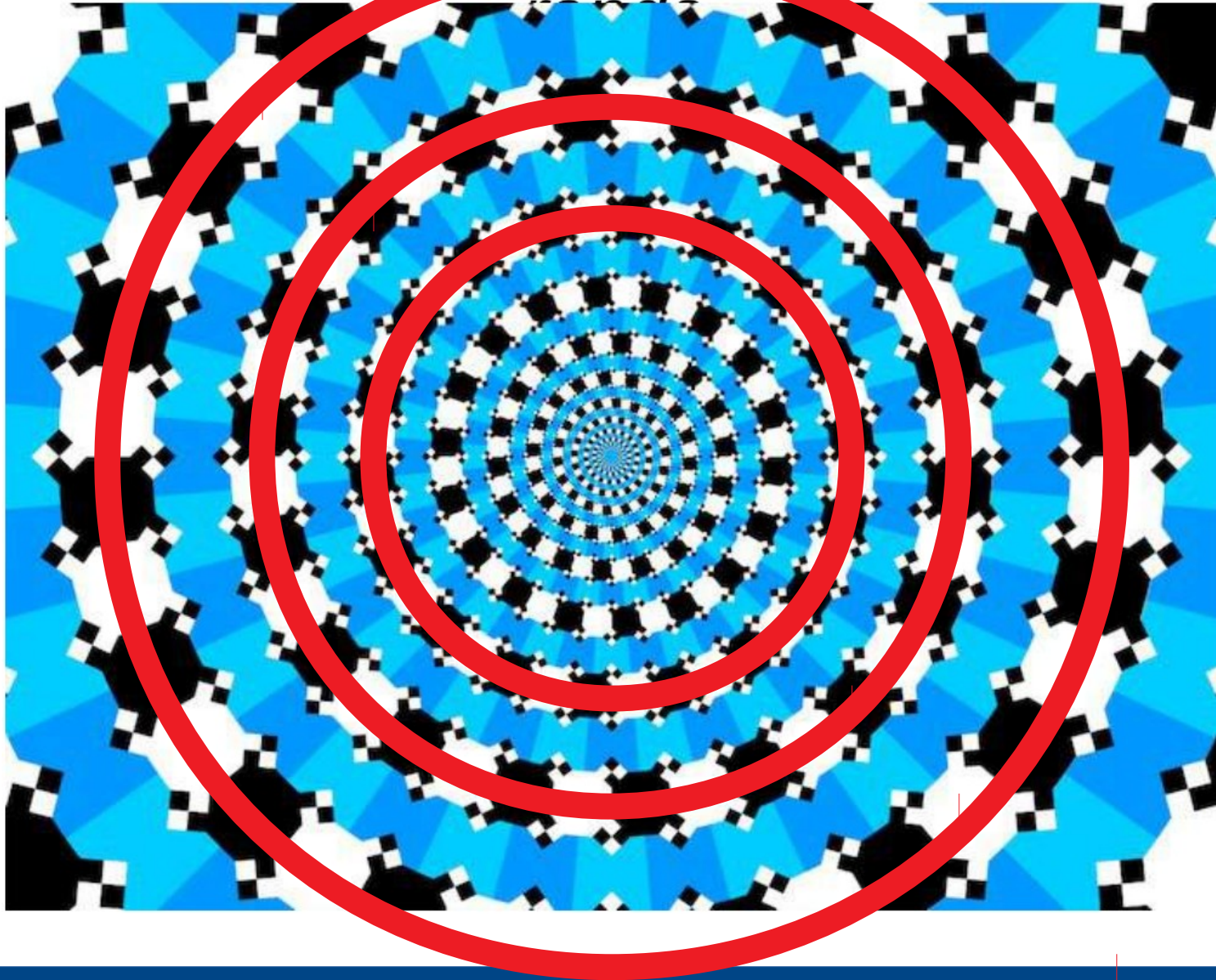
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



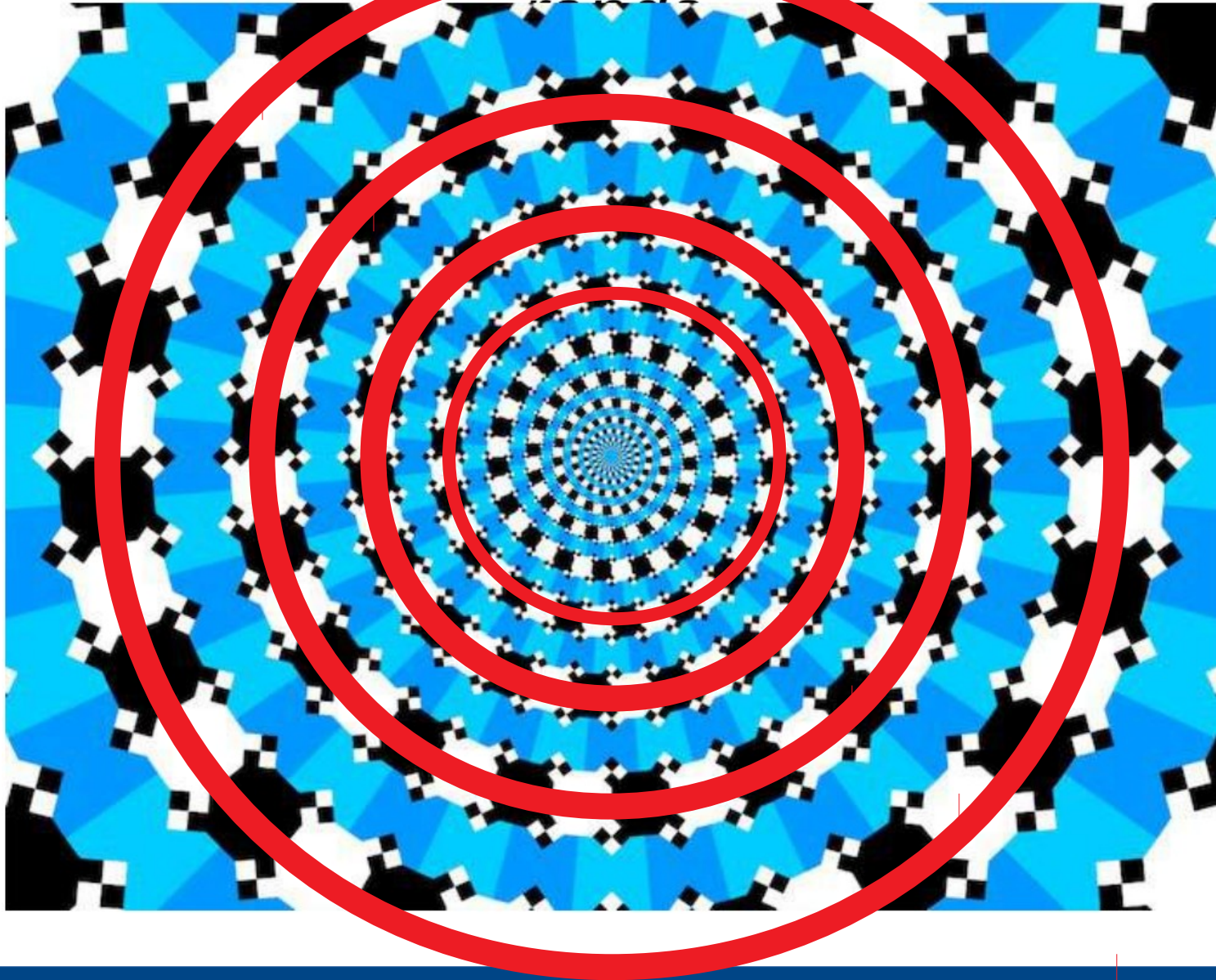
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



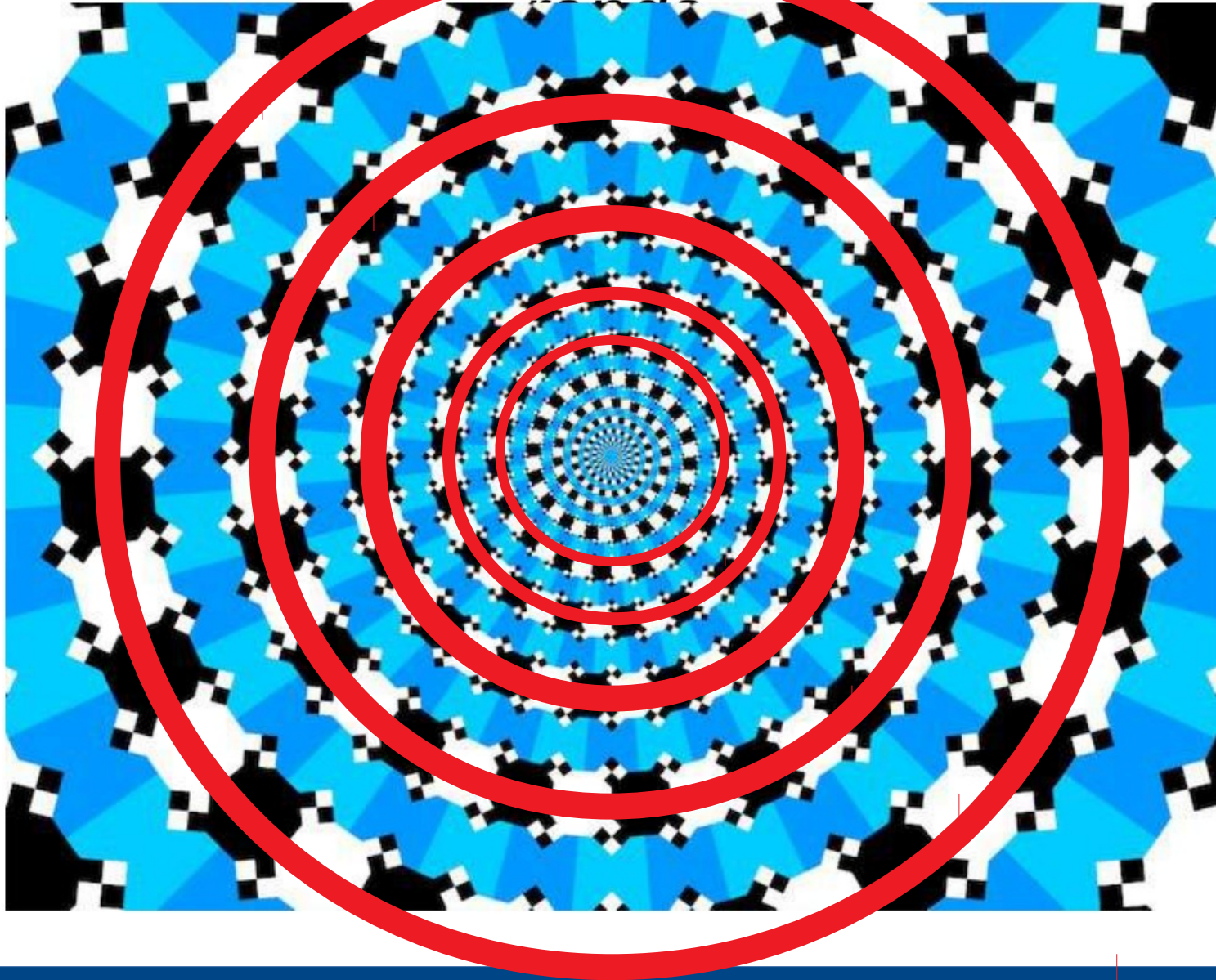
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



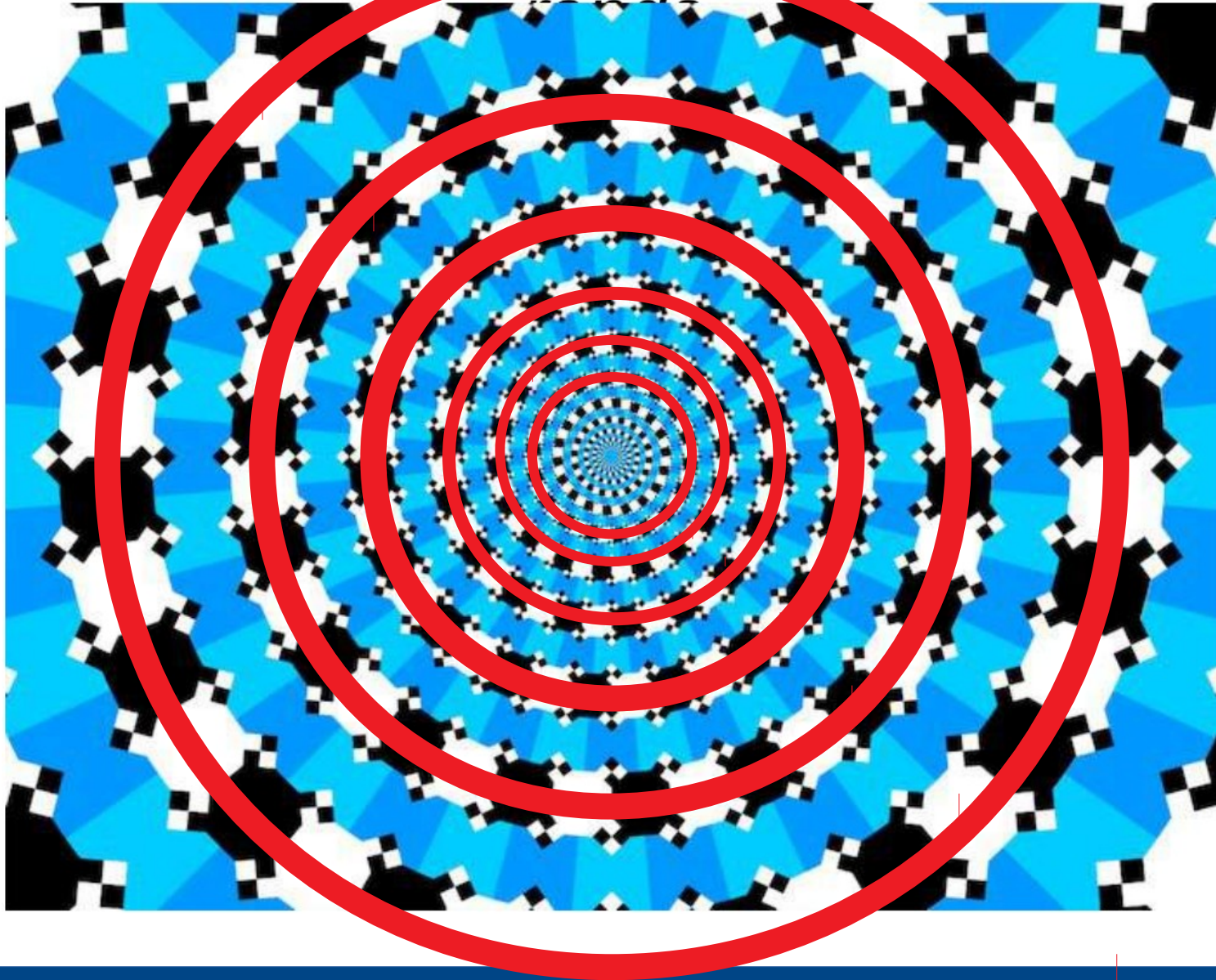
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



# Capturer la lumière

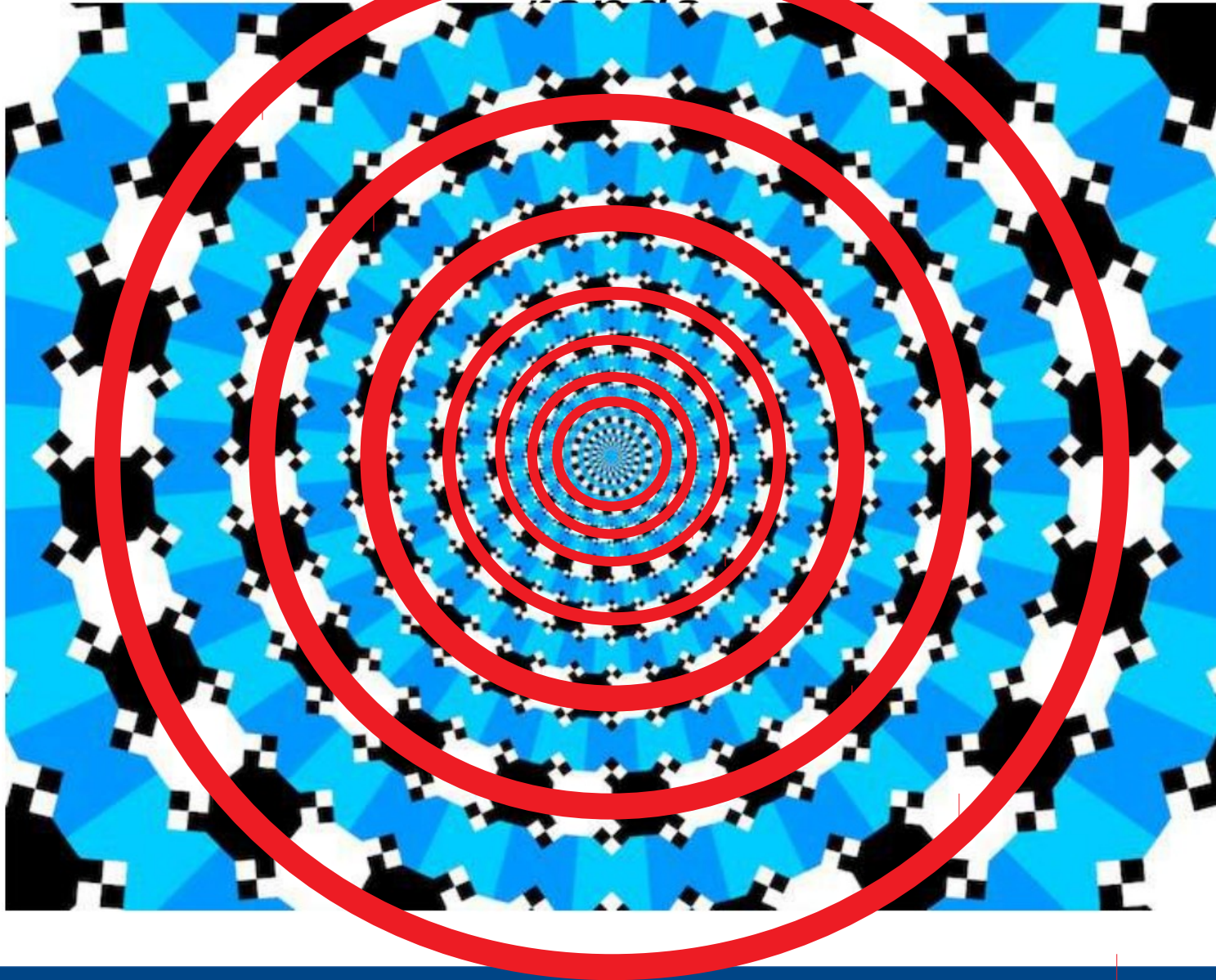
... avec de jolis bugs : ici, que des cercles





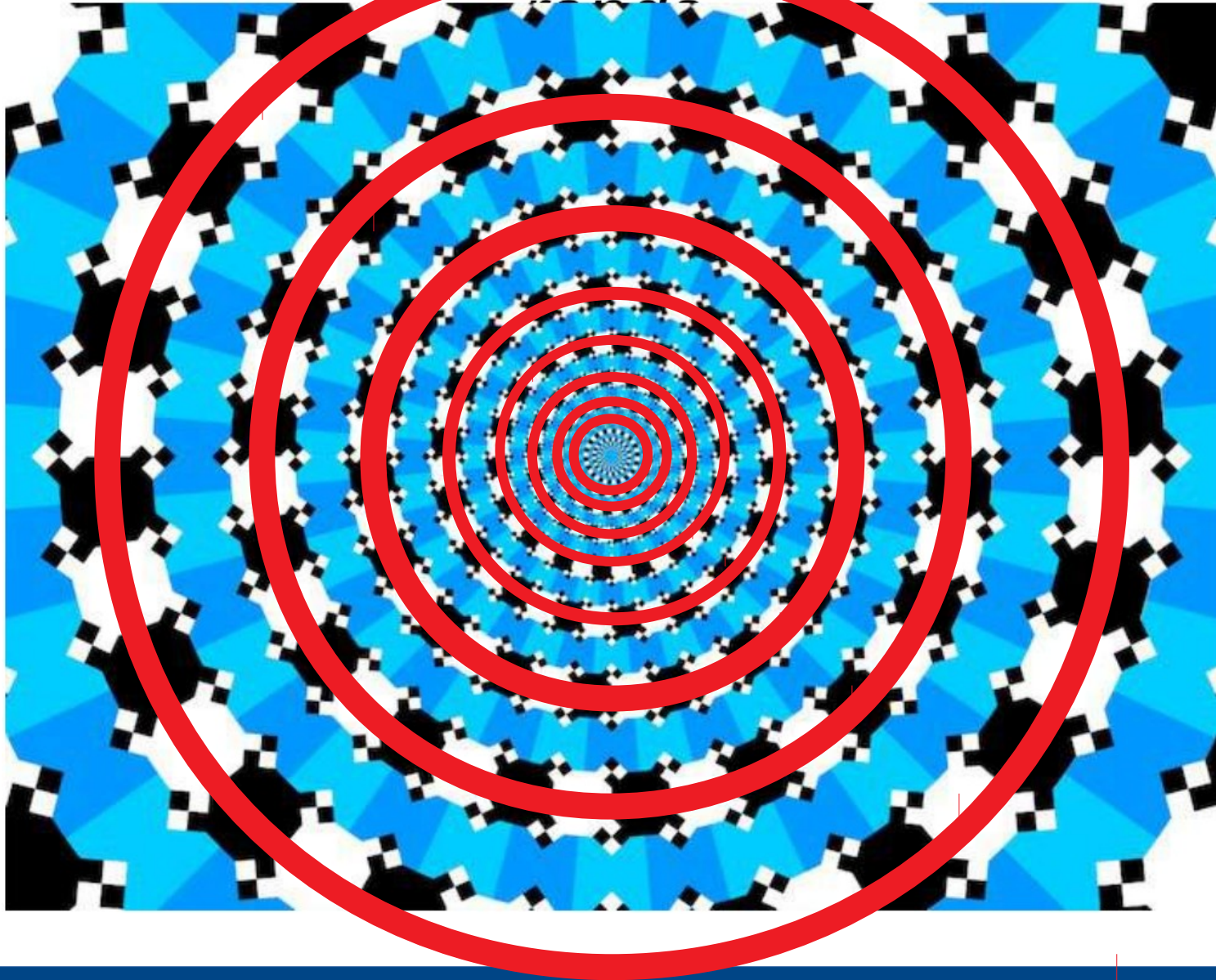
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



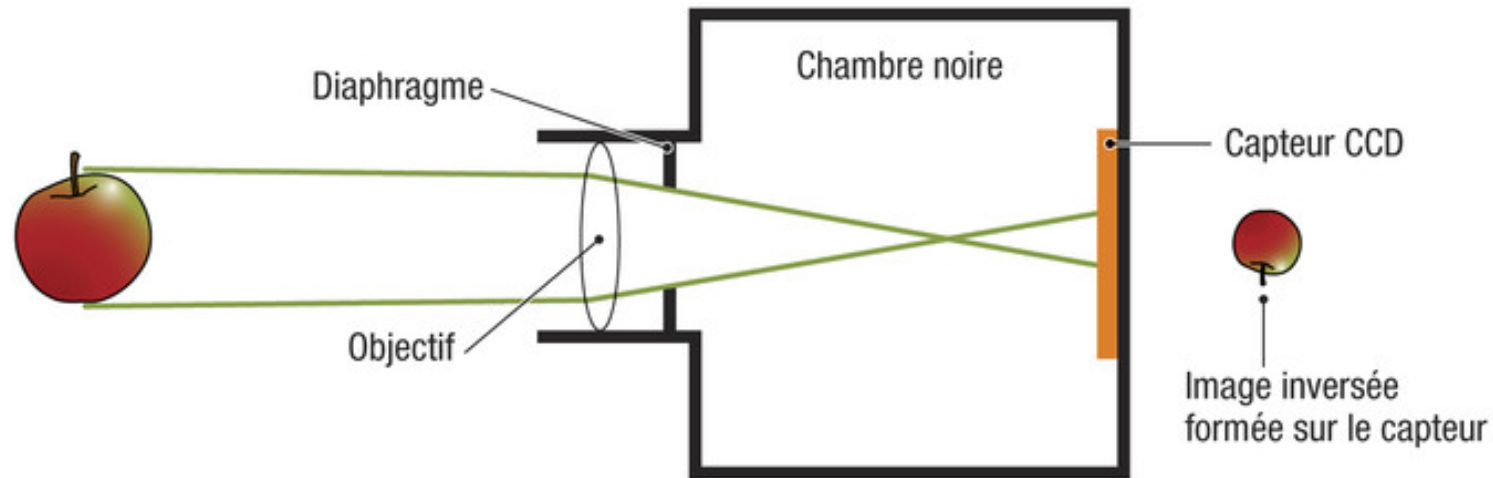
# Capturer la lumière

... avec de jolis bugs : ici, que des cercles



# Capturer la lumière

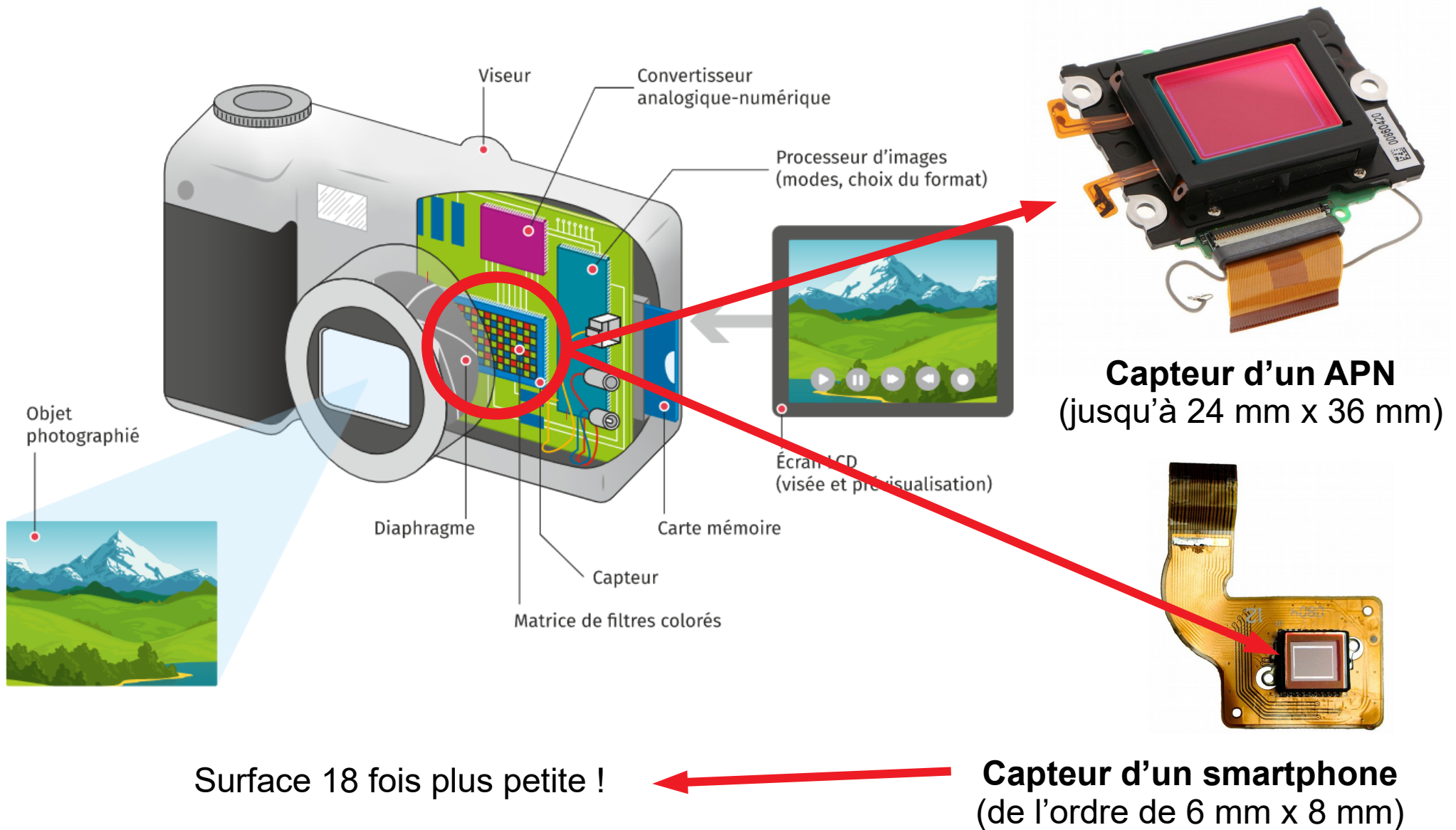
- **Du capteur à l'image numérique**



- **Capteur photo numérique** = système de traitement du signal
- **Microprocesseur** (cerveau de l'APN) = utilise les données du capteur et applique des algorithmes pour construire l'image numérique finale

# Le capteur photographique

# Le capteur photographique



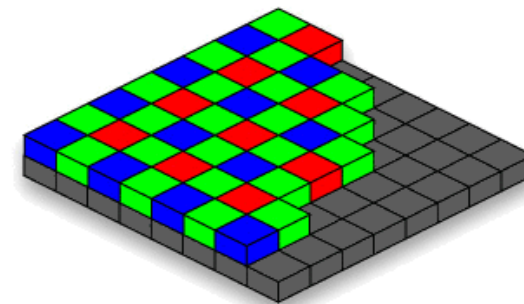
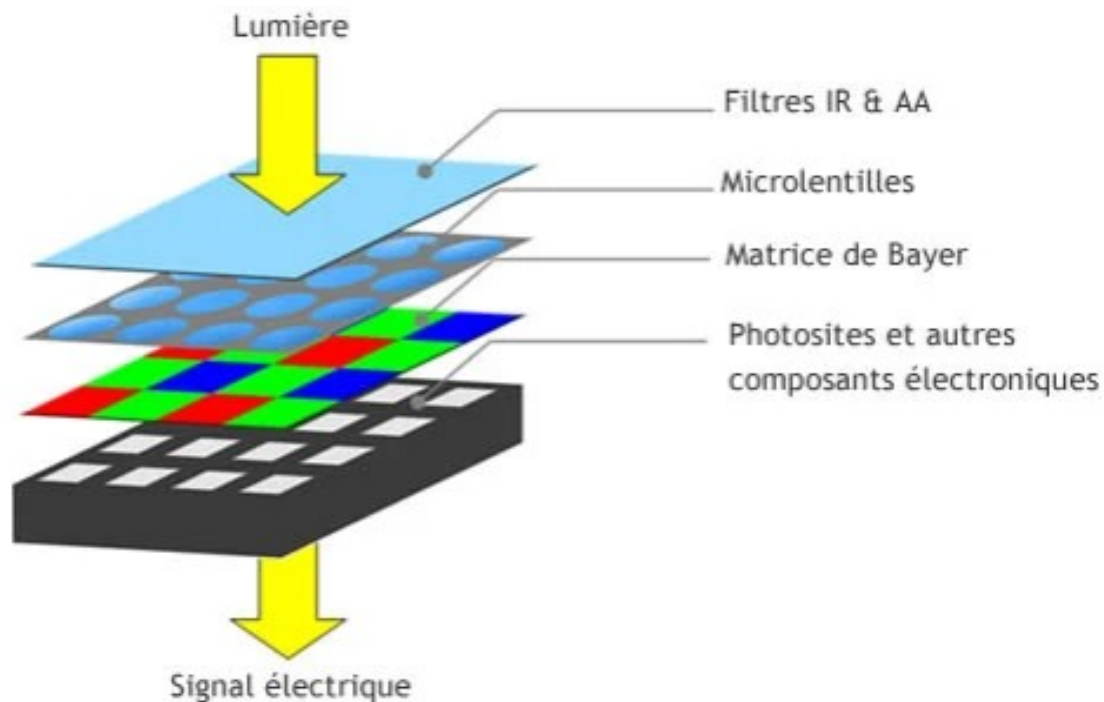
# Le capteur photographique

- **Des photosites**

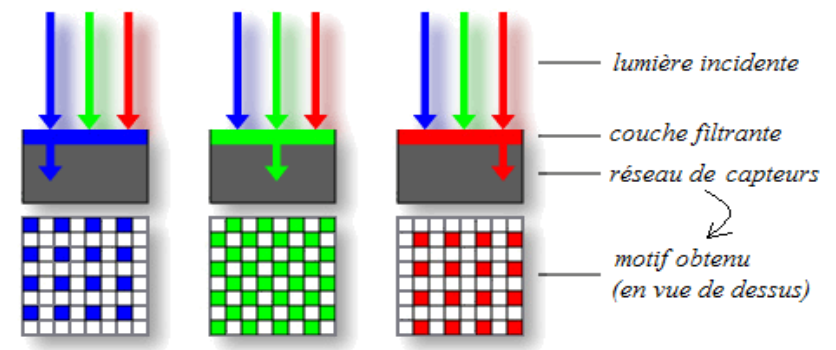
→ Convertissent l'intensité lumineuse en un signal électrique proportionnel à la quantité de lumière reçue

- **Surplombés d'un filtre de couleurs (matrice de Bayer)**

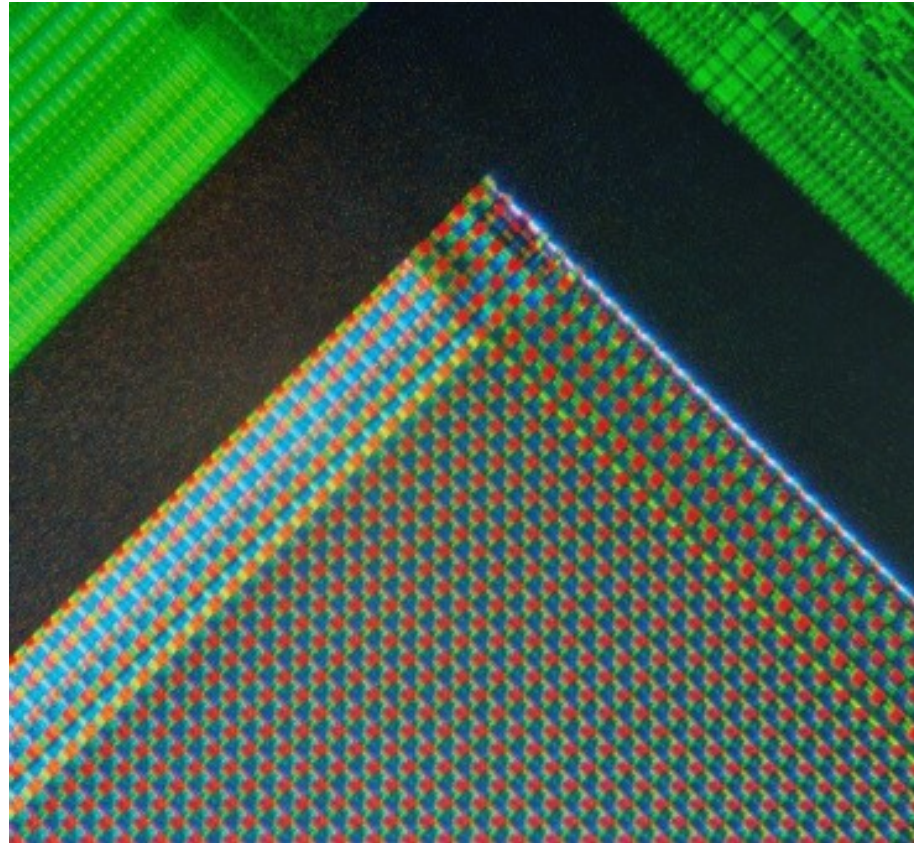
→ Pour laisser passer les couleurs R, V et B sur les photosites



Matrice de Bayer



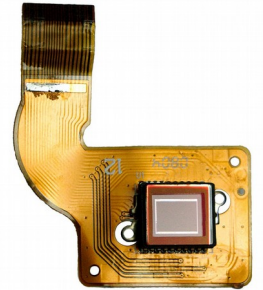
# Le capteur photographique



Capteur photo d'une webcam

# Le capteur photographique

- Smartphones : ~5 à ~100 méga-photosites (sur quelques mm<sup>2</sup> !)
- **Photosites ≠ pixels (confusion courante)**
  - 1 pixel (de l'image numérique) est créé à partir d'au moins 1 photosite
  - Les fabricants indiquent le nombre de mégapixels (Mpx ou Mpix) du capteur photo, mais il s'agit en fait du nombre de photosites du capteurs (et non du nombre de pixels de l'image numérique)



iPhone 13 Pro

## MULTIMÉDIA

Capteur photo principal	12 Mpx
Deuxième capteur photo	12 Mpx
Troisième capteur photo	12 Mpx
Capteur ToF	Oui
Flash	Oui
Enregistrement vidéo (principal)	3840 x 2160
Capteur en façade	Oui
Définition vidéo du capteur en façade	3840 x 2160
Capteur photo frontal 1	12 Mpx

## MULTIMÉDIA

Capteur photo principal	40 Mpx
Deuxième capteur photo	20 Mpx
Troisième capteur photo	8 Mpx
Capteur ToF	Oui
Flash	Oui
Enregistrement vidéo (principal)	3840 x 2160
Capteur en façade	Oui
Définition vidéo du capteur en façade	2336 x 1080
Capteur photo frontal 1	32 Mpx



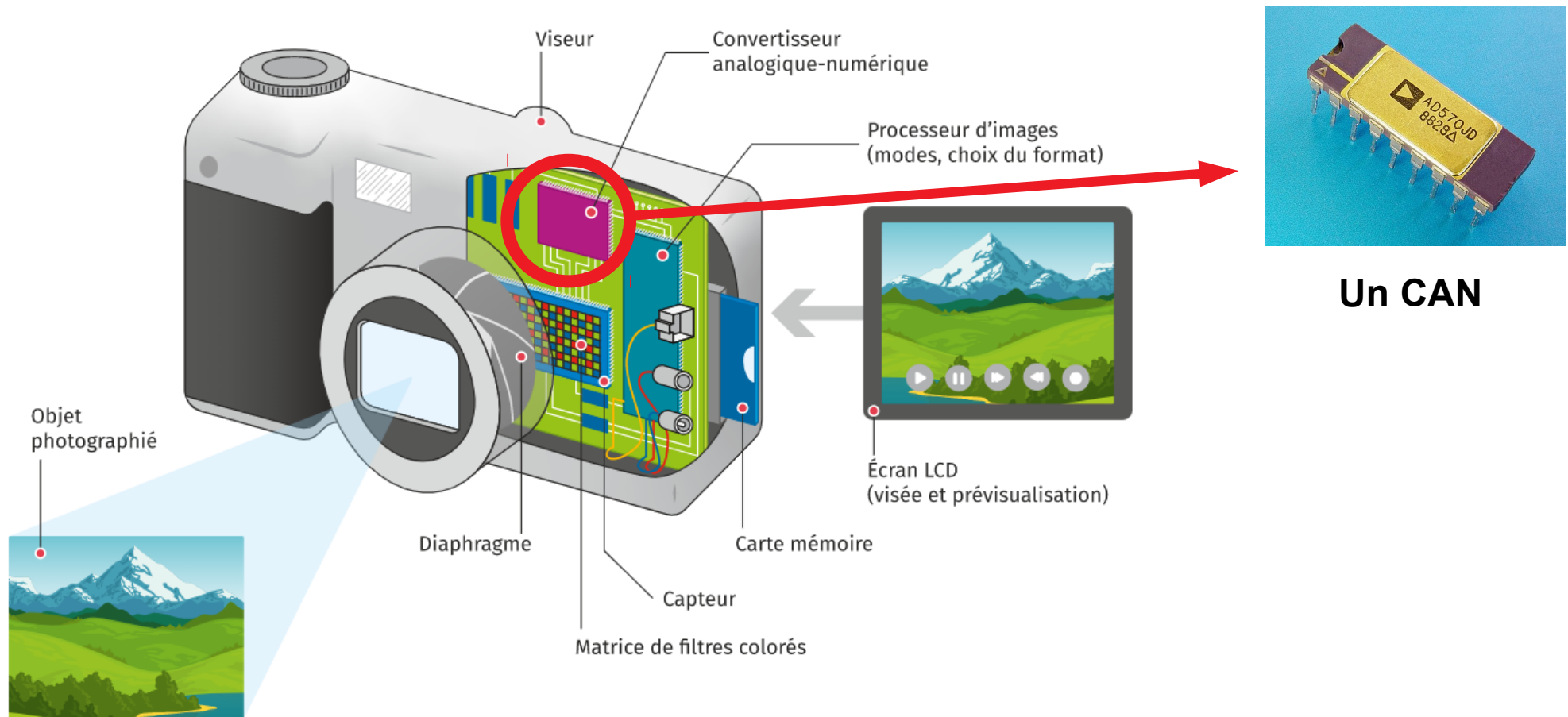
Huawei P30 Pro

Source : 01 Net, iPhone 13 Pro et Huawei P30 Pro



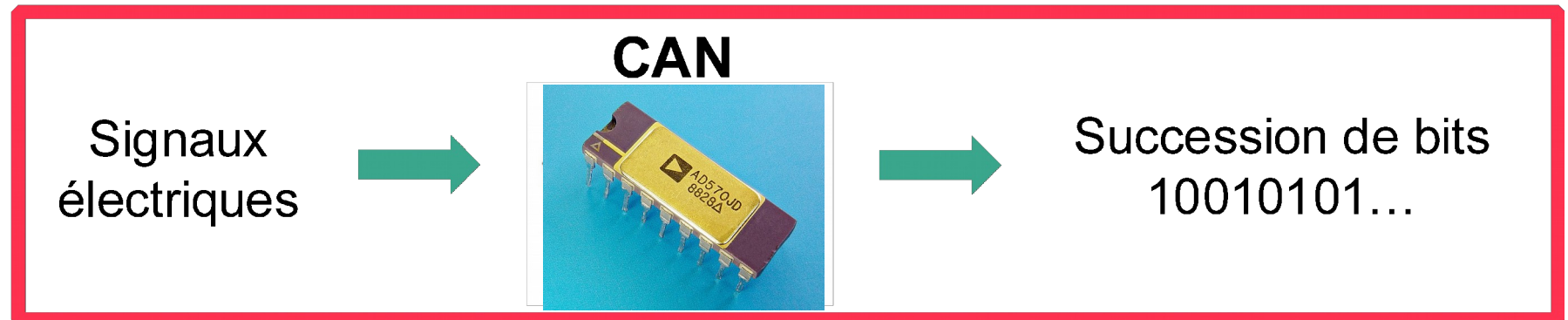
# Le convertisseur analogique-numérique

# Le convertisseur analogique - numérique



# Le convertisseur analogique - numérique

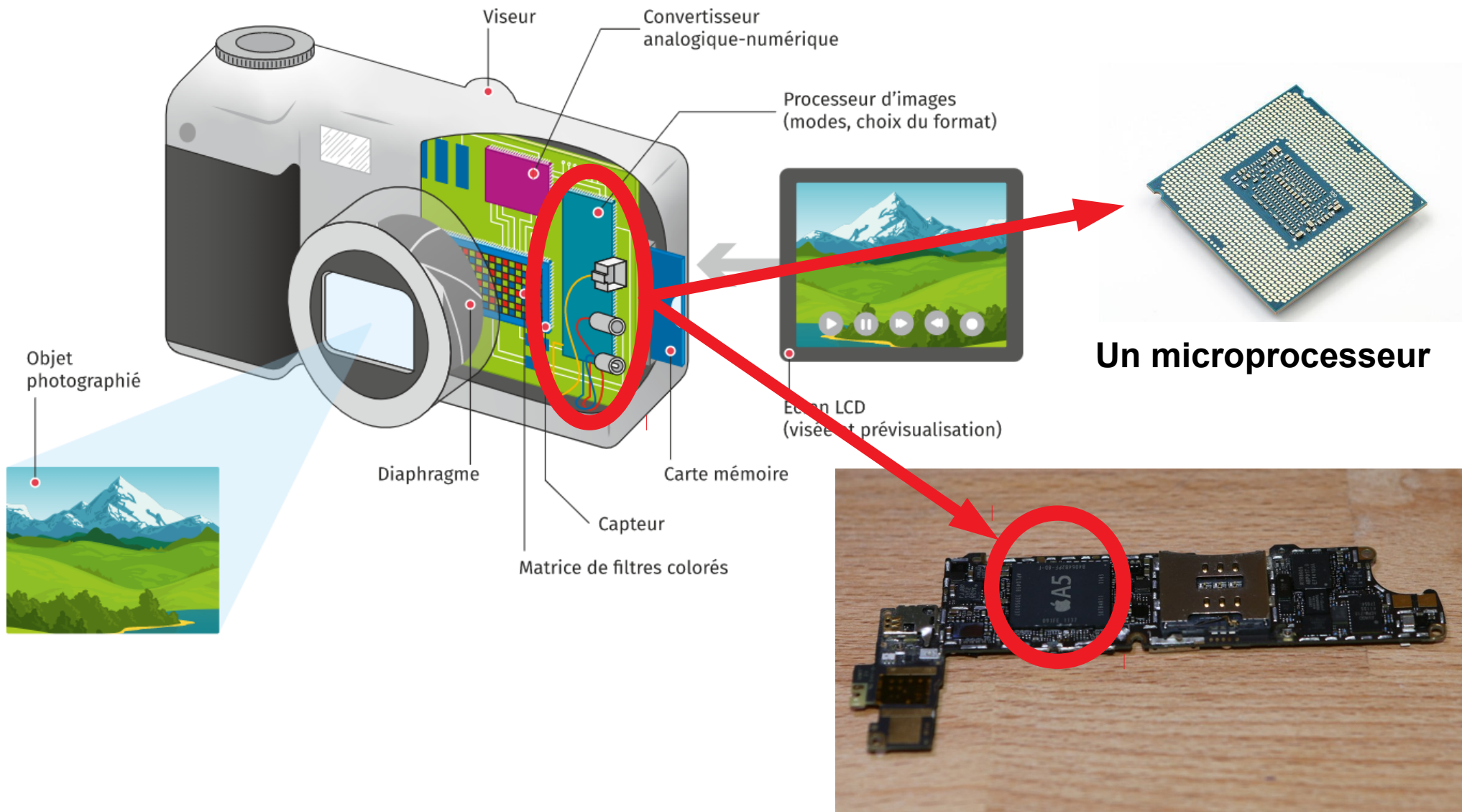
- **Rôle du CAN : convertir la tension électrique générée par chaque photosite en une valeur numérique**



- La tension générée par chaque photosite est convertie sur plusieurs bits (souvent 12 ou 14 bits)  
→ on obtient des données *numériques* qui vont permettre, après traitement informatique, de construire une image

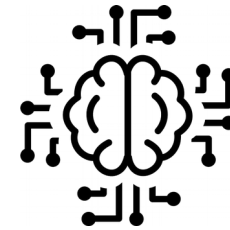
# Le microprocesseur

# Le microprocesseur

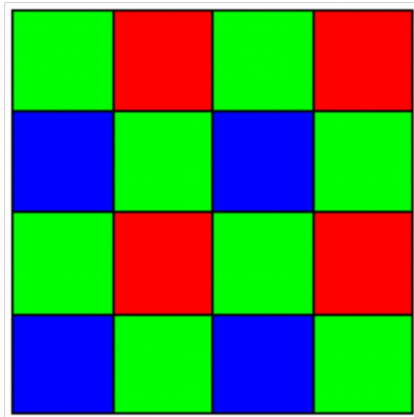


# Le microprocesseur

- Microprocesseur = cerveau de l'APN
- Rôles du microprocesseur :



- Utilise les valeurs numériques du CAN pour **créer un fichier brut de données numériques** (fichier RAW)  
→ on obtient l' « image crue » (*RAW image*)



Disposition des filtres  
sur les photosites

111111...	111111...	111111...	110010...
111111...	110101...	110000...	101010...
100101...	011111...	011000...	000101...
001100...	001111...	111001...	001001...

Fichier RAW

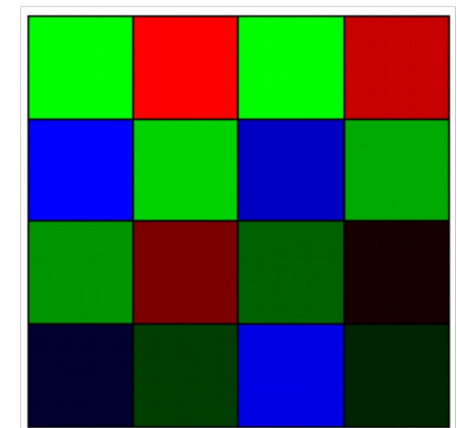
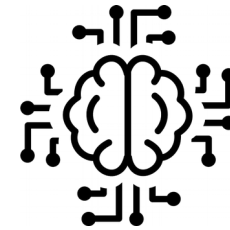


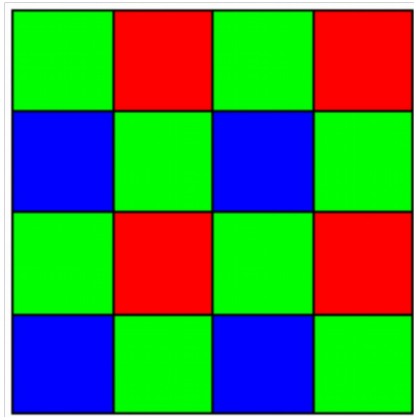
Image RAW

# Le microprocesseur

- **Microprocesseur = cerveau de l'APN**
- **Rôles du microprocesseur :**



- Utilise les valeurs numériques du CAN pour **créer un fichier brut de données numériques** (fichier RAW)  
→ on obtient l' « image crue » (*RAW image*)



Disposition des filtres  
sur les photosites

4095	4095	4095	3212
4095	3404	3131	2730
2409	1991	1574	369
803	993	3694	594

Fichier RAW

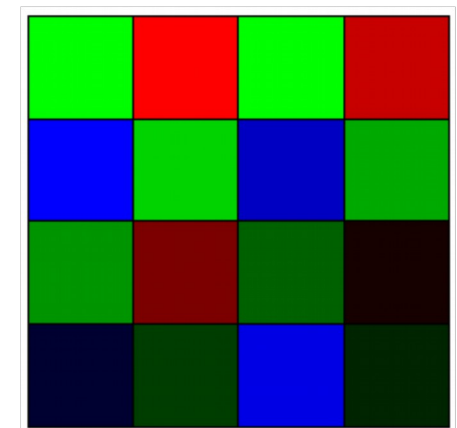
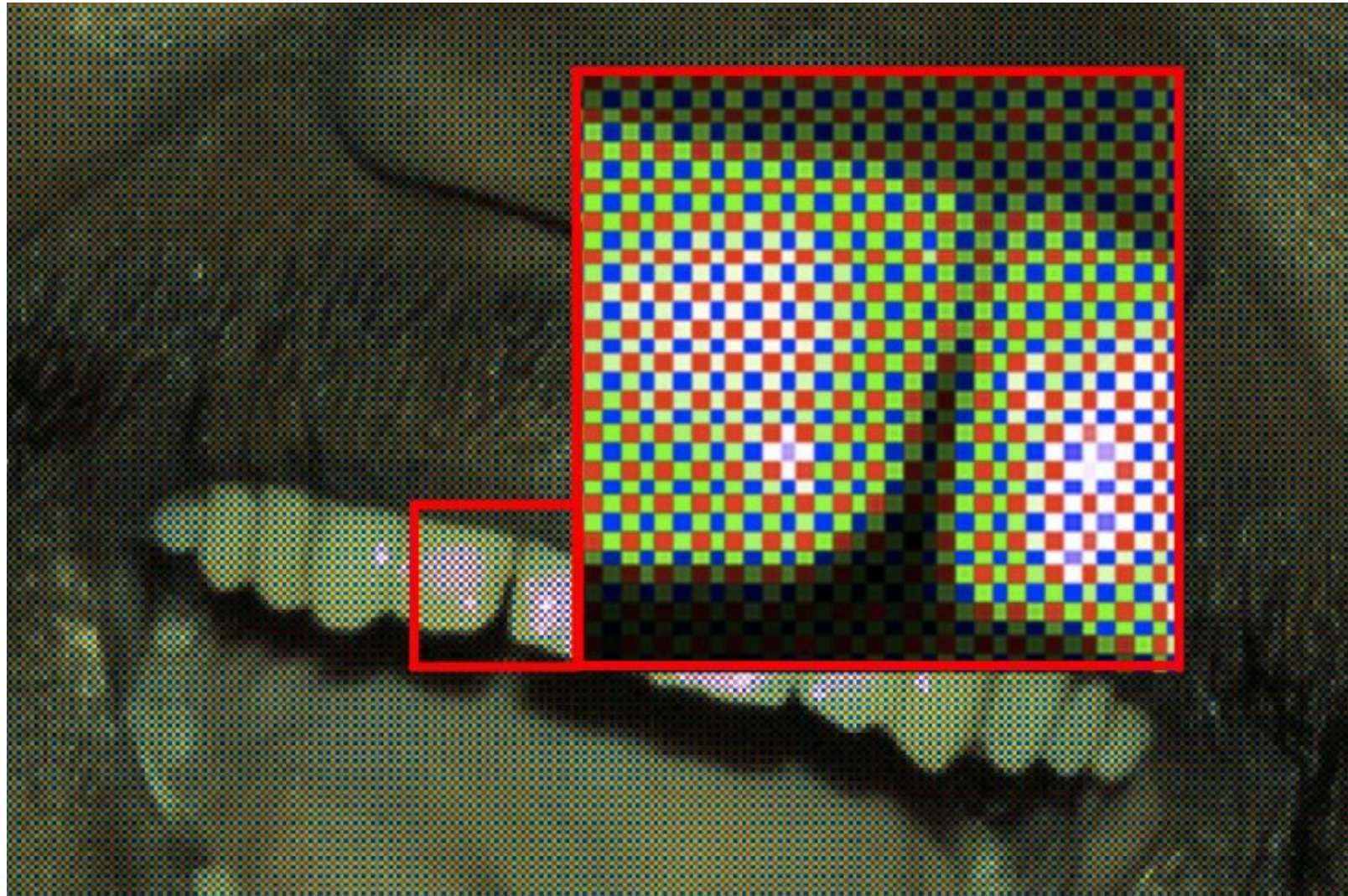


Image RAW

# Le microprocesseur

## L'image crue (RAW)



Source G. Berry / DxO.com

23 / 27



# Le microprocesseur

- **Rôles du microprocesseur (suite) :**
  - Applique toute une **série d'algorithmes pour créer une image de pixels** à partir des données brutes (de l'image RAW) → *sera étudié plus en détail*

4095	4095	4095	3212
4095	3404	3131	2730
2409	1991	1574	369
803	993	3694	594

Image crue

algorithmes



255	200
233	212
255	195
124	23
106	67
50	230

Image de pixels

- **Affiche l'image finale à l'écran et l'enregistre sur la carte mémoire de l'appareil**



# Crédits

- **3 ht g** Domaine public, source : [wikipedia](#)
- **3 ht d** Domaine public, source : [wikipedia](#)
- **3 bas** Domaine public, source : [wikipedia](#)
- **4 ht g** Prolineserver 2010 / [Wikipedia/Wikimedia Commons CC BY-SA 3.0](#)
- **4 ht d** Prolineserver 2010 / [Wikipedia/Wikimedia Commons CC BY-SA 3.0](#)
- **4 m g** George Eastman House, source : [archive.nytimes.com](#)
- **4 m d** source : [Pixabay](#)
- **4 bas** source : [Pixabay](#)
- **6 ht g** source : idem 4 m d
- **6 ht d** source : [Pixabay](#)
- **6 bas g** source : idem 4 bas
- **6 bas d** source : [Pixabay](#)
- **7, 8 et 11** © 2016, Image modifiée, [Gilles Boisclair](#), Le monde en images, CCDMD, CC BY-NC-SA
- **9 et 10** Gérard Berry, « La photographie numérique, un parfait exemple de la puissance de l'informatique », pages 9-10. Source : [support de la présentation](#)
- **13 m, 18 m, 21 m** [lelivrescolaire.fr](#), CC BY-NC-SA
- **13 ht d** Licence ?, source : [fr.shopping.rakuten.com](#)
- **13 bas d** [C-M](#), [CC BY-SA 3.0](#), via Wikimedia Commons
- **14 g** source : <https://photoinformatique.wordpress.com/tag/photosites/>
- **14 d** [Interiot](#), [CC BY-SA 3.0](#), via Wikimedia Commons
- **15** [Natural Philo](#), [CC BY-SA 3.0](#) via Wikimedia Commons
- **16 ht d** [C-M](#), [CC BY-SA 3.0](#), via Wikimedia Commons
- **16 bas g** [人工智能](#), [CC BY-SA 4.0](#), via Wikimedia Commons
- **16 bas d** [Huawei](#), Public domain, via Wikimedia Commons

# Crédits

- **18 ht d** et **19 Mister rf**, CC BY-SA 4.0 , via Wikimedia Commons
- **21 ht d** Bru\_nO, Pixabay  
**21 bas** Olivier Lécluse, CC BY-SA, [https://www.lecluse.fr/nsi/NSI\\_T/archi/soc/](https://www.lecluse.fr/nsi/NSI_T/archi/soc/)
- **23** Gérard Berry / DxO.com, « La photographie numérique, un parfait exemple de la puissance de l'informatique». Source (p. 25) : [support de la présentation](#)
- **24 m** [uxwing.com](#)  
**24 bas** [uxwing.com](#)

# Références

- Gérard Berry, « *La photographie numérique, un parfait exemple de la puissance de l'informatique* », conférence en vidéoconférence au collège de France, support de la présentation
- Gérard Berry, « L'hyperpuissance de l'informatique », Odile Jacob, 2017. [Lien](#) vers le livre.
- C. Declercq, S. Mauras, S. Canet, manuel de SNT, Bordas, collection 3.0, 2019.
- SpaceFox, « Votre appareil photo vous ment », article publié sur le site [zestedesavoir.com](http://zestedesavoir.com)