

La capture de la lumière

Fonctionnement d'un appareil photo numérique

Repères historiques

Repères historiques



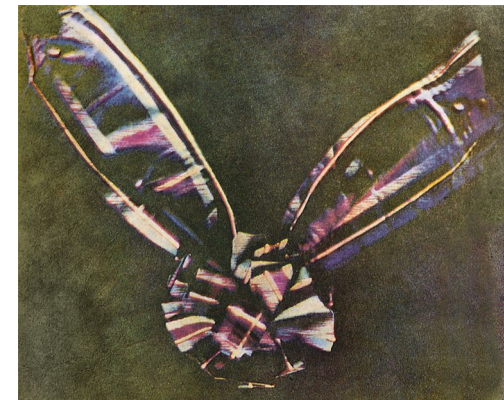
1827

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)

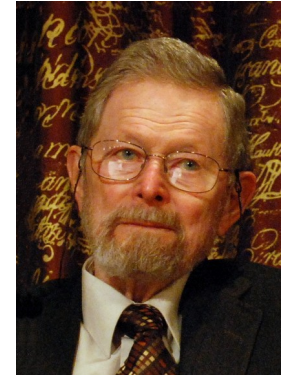


Repères historiques



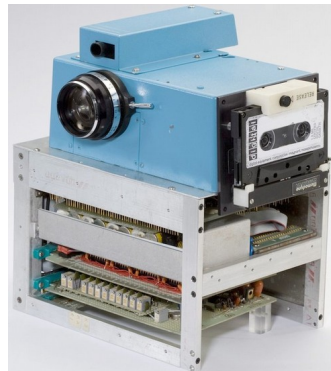
1967

Invention du capteur CCD (de l'anglais *Charge Coupled Device*, soit dispositif à transfert de charge) par **Williard Boyle** (à gauche) et **George E. Smith** (à droite). Ils ont obtenu le prix Nobel 2009 de Physique pour cette invention !



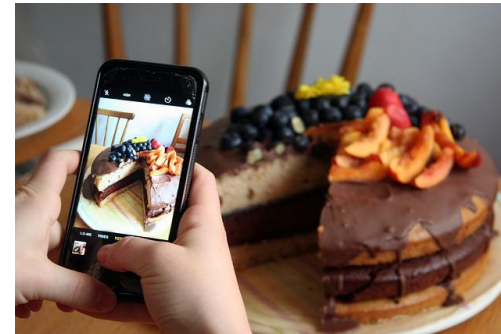
1975

Le premier appareil photo numérique inventé par Steven J. Sasson (entreprise Kodak). C'est le premier appareil photo basé sur un capteur CCD. Il a pris la première photo numérique.



2007

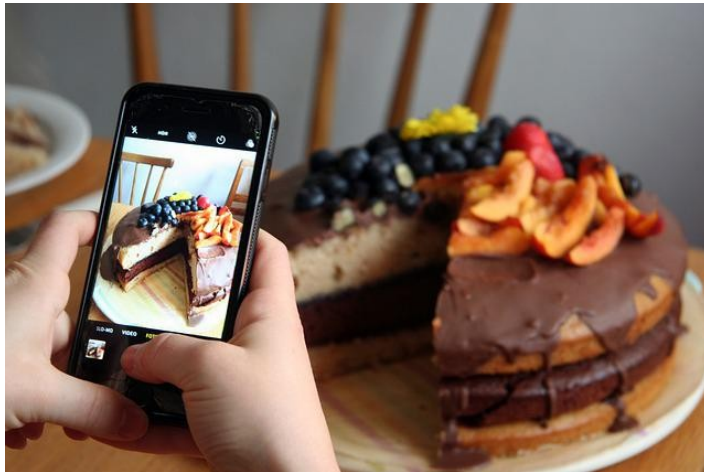
Arrivée du smartphone. En 2022, plusieurs milliards de photographies numériques sont prises chaque jour, puis sont postées sur les réseaux sociaux.



Capturer la lumière

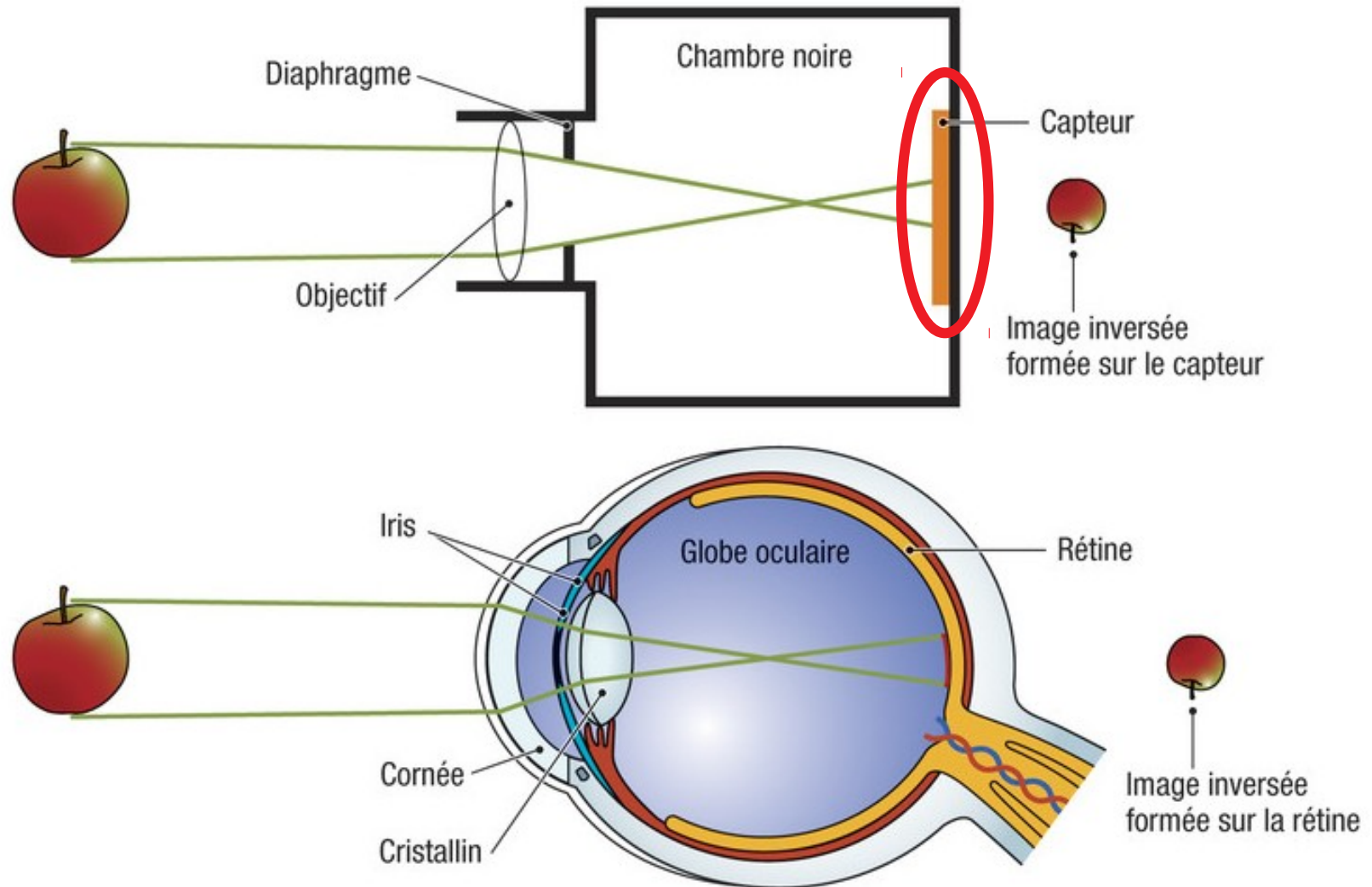
Capturer la lumière

- Quel que soit l'appareil, même principe !



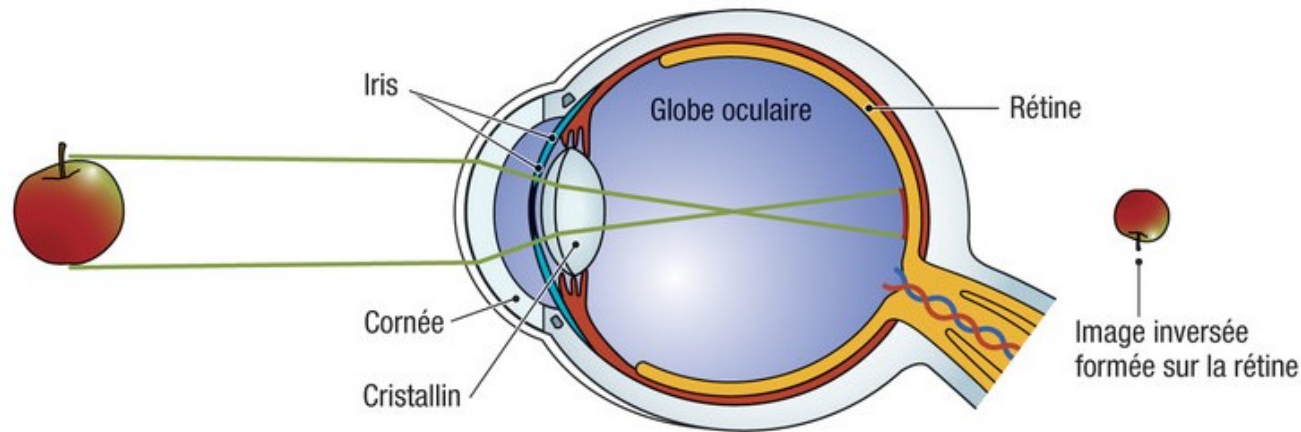
Capturer la lumière

- **Similitude œil et AP :**



Capturer la lumière

- **De l'œil au cerveau**

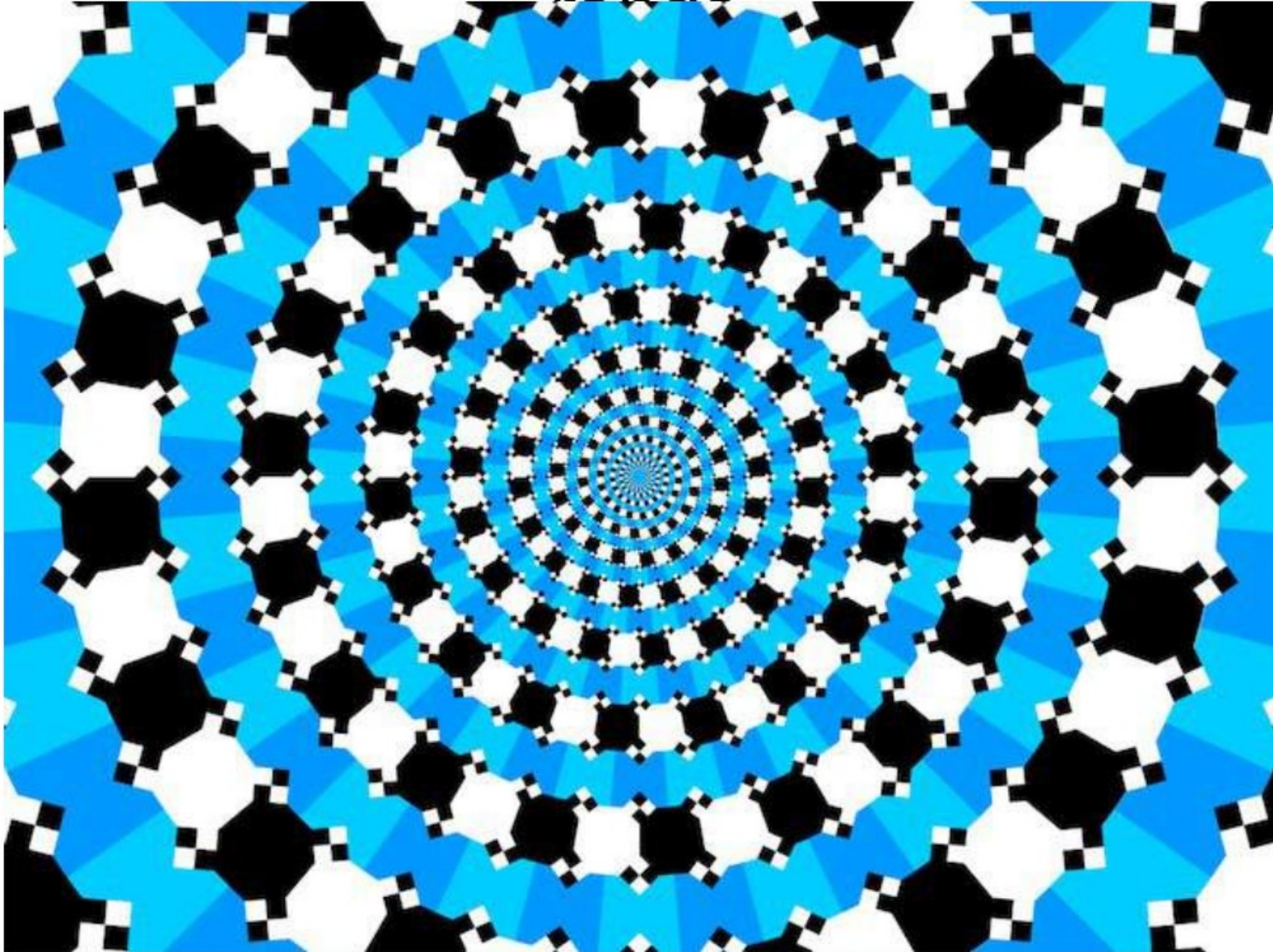


- **Rétine** = système de traitement du signal
- **Cortex visuel** (partie du cerveau) = grand système algorithmique de réalité virtuelle, construit l'image

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

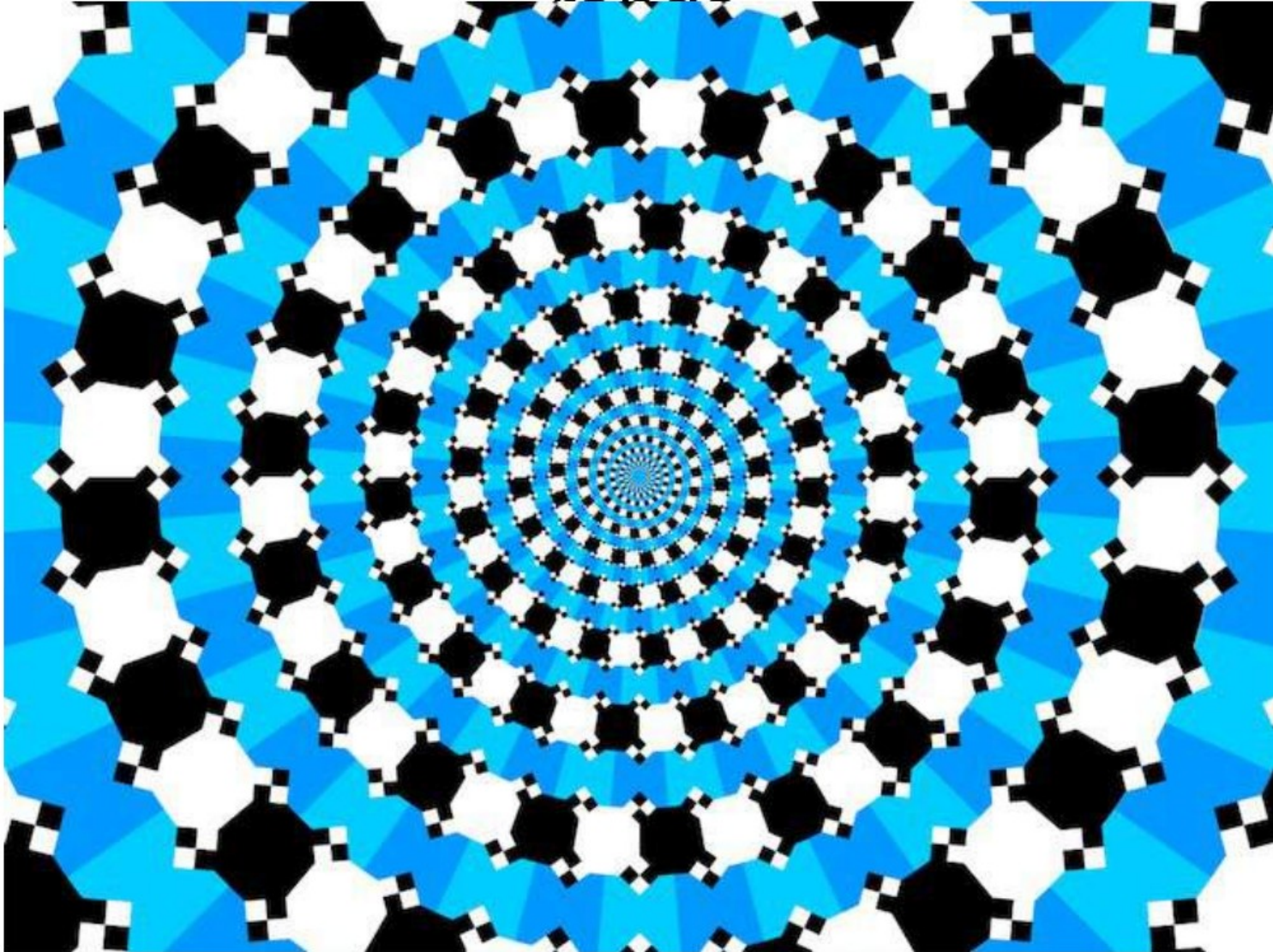
Capturer la lumière

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



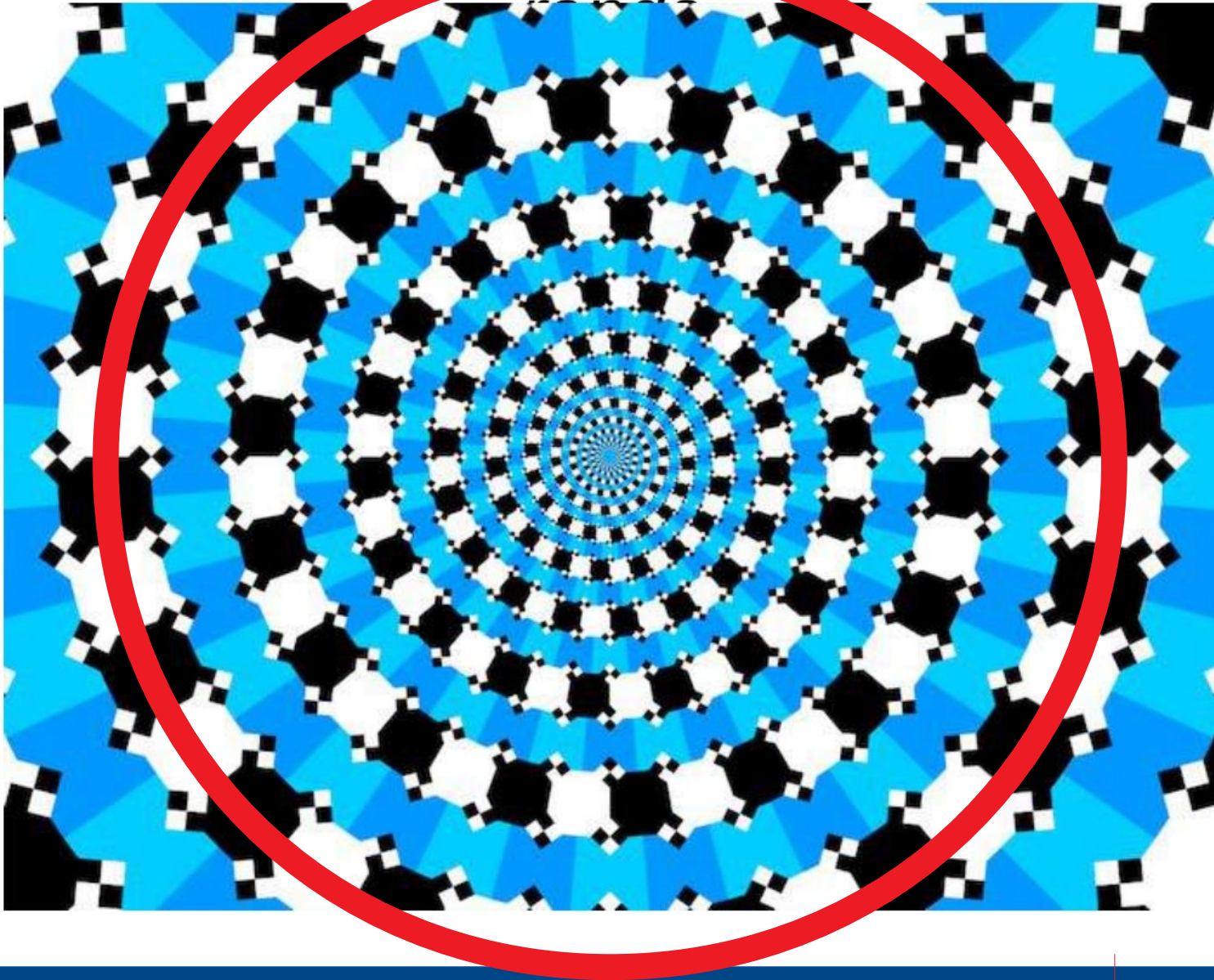
Capturer la lumière

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



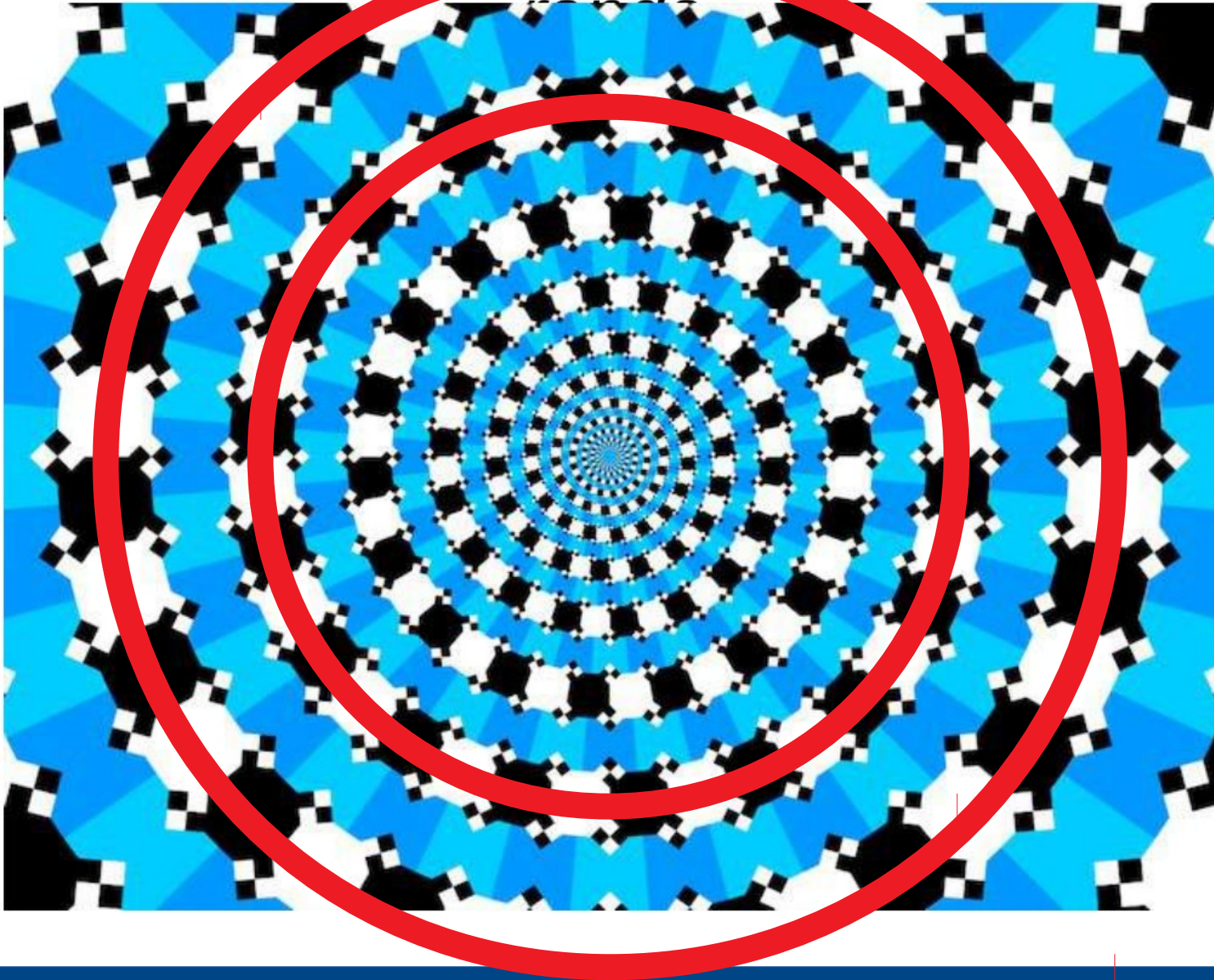
Capturer la lumière

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



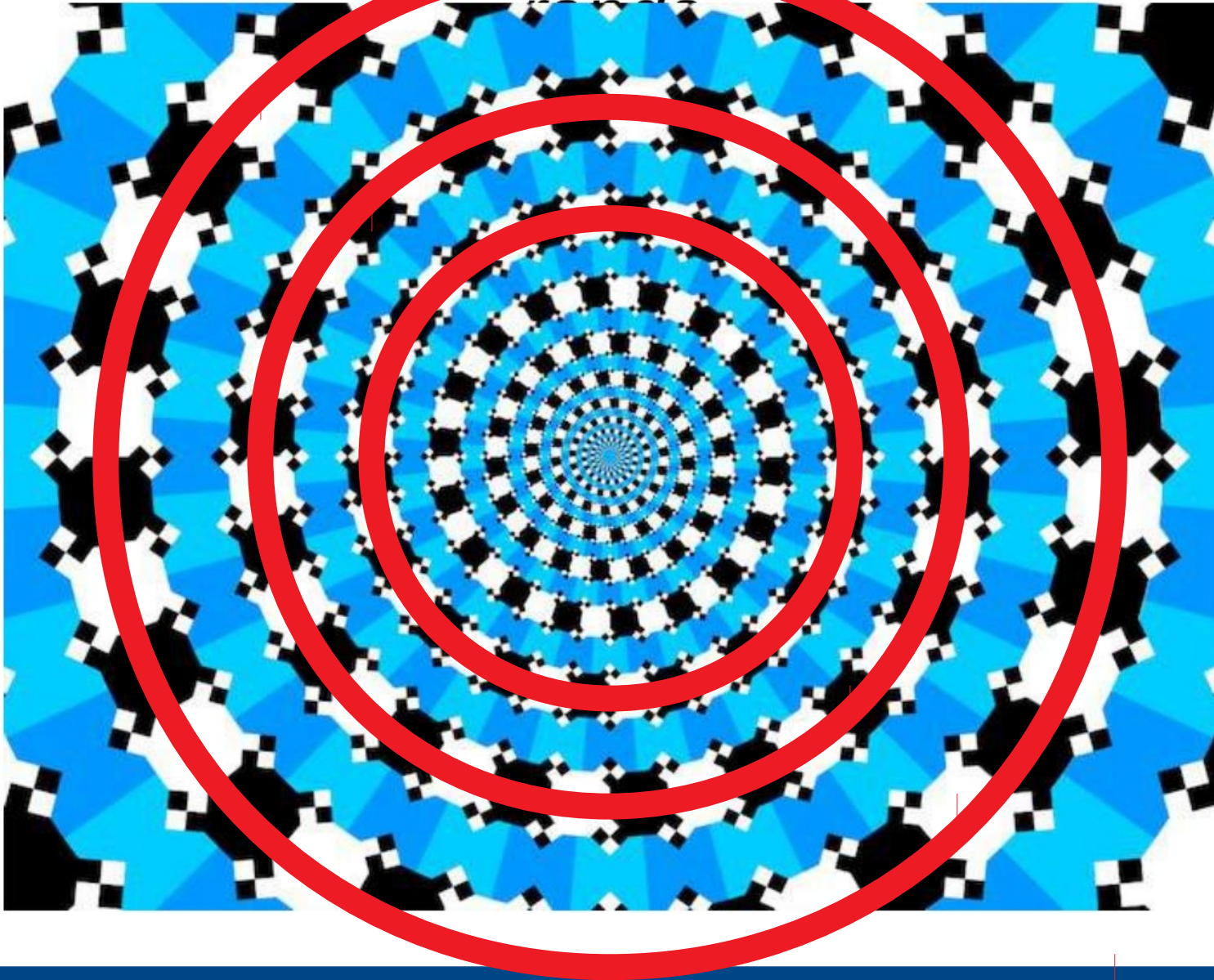
Capturer la lumière

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



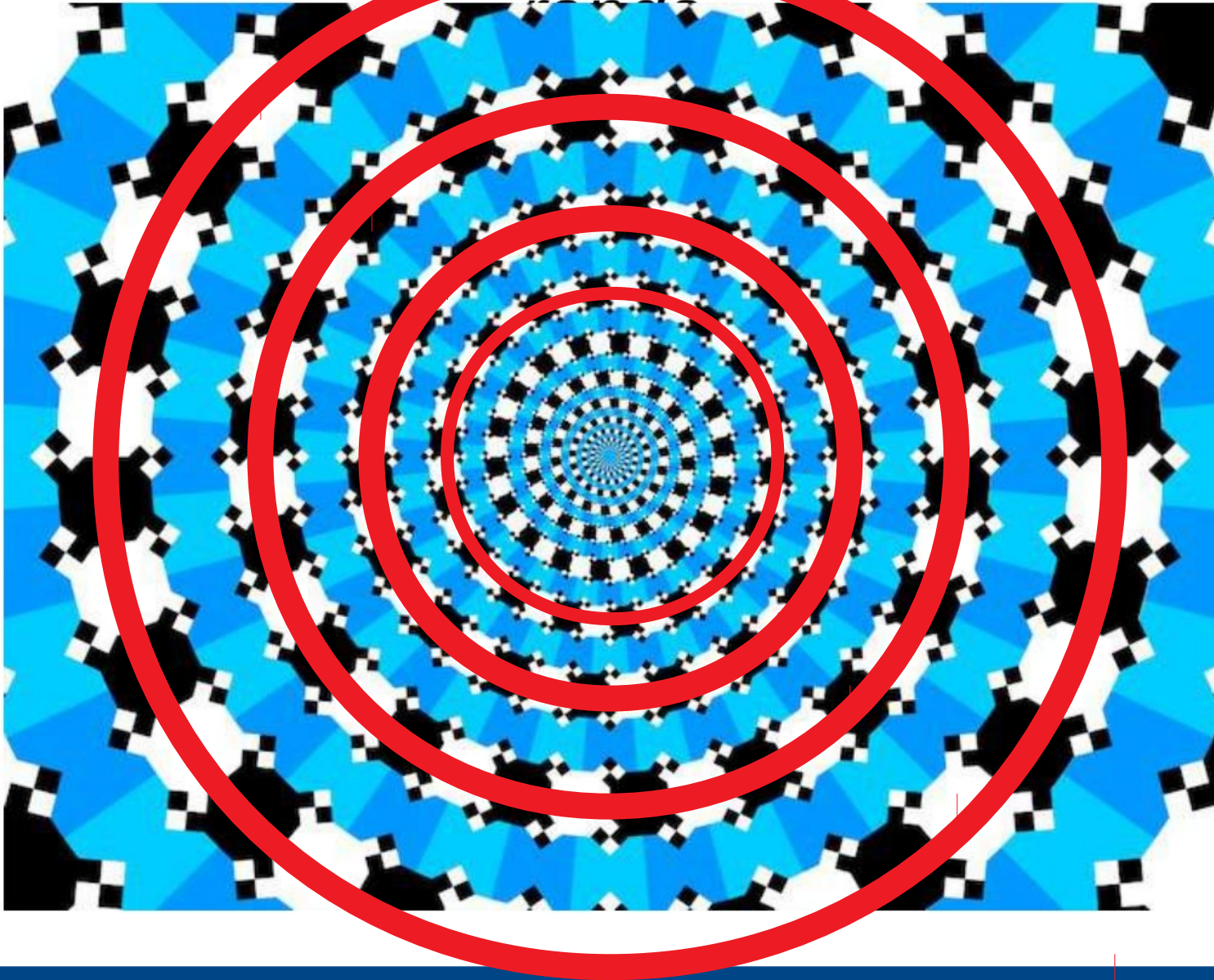
Capturer la lumière

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



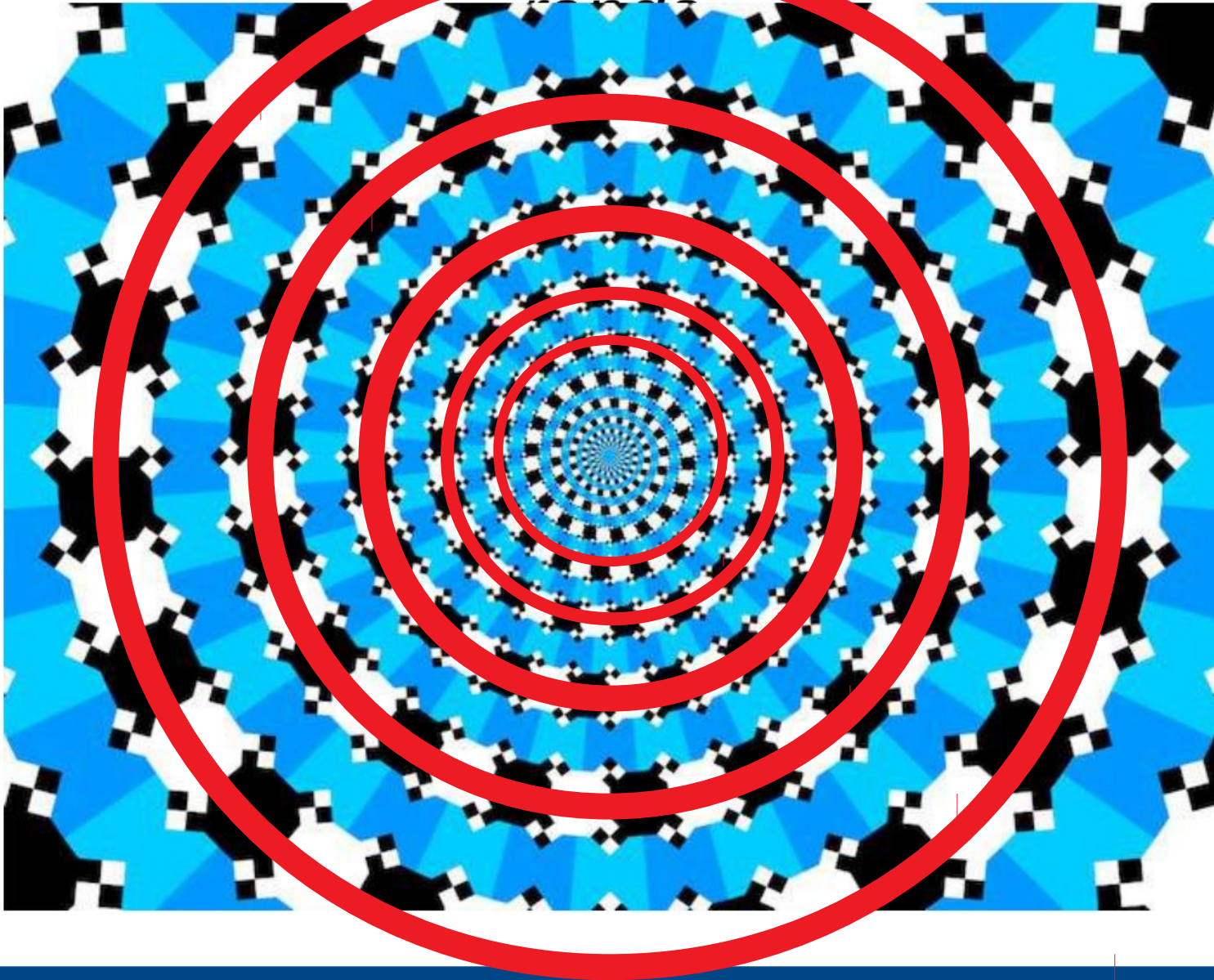
Capturer la lumière

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



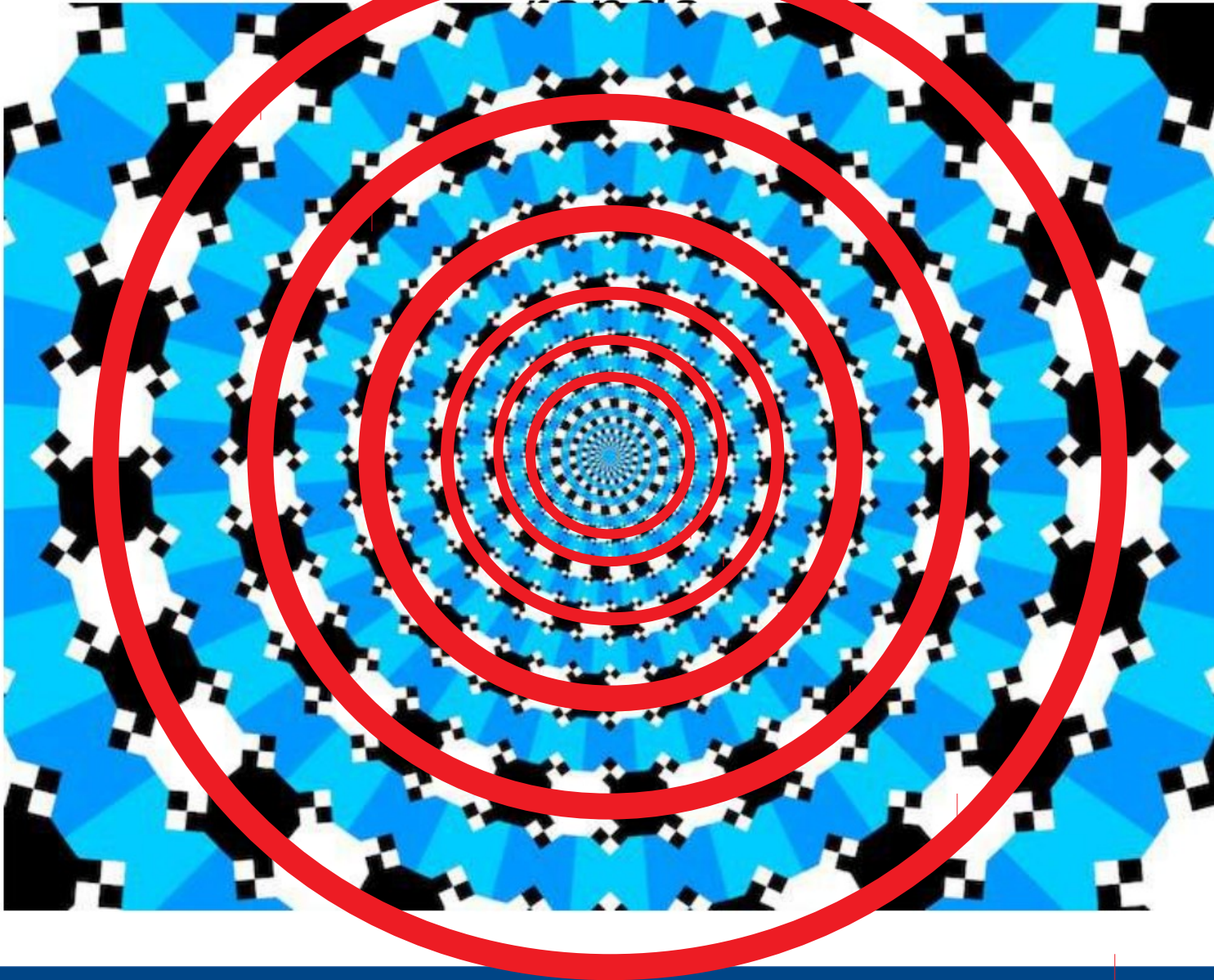
Capturer la lumière

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



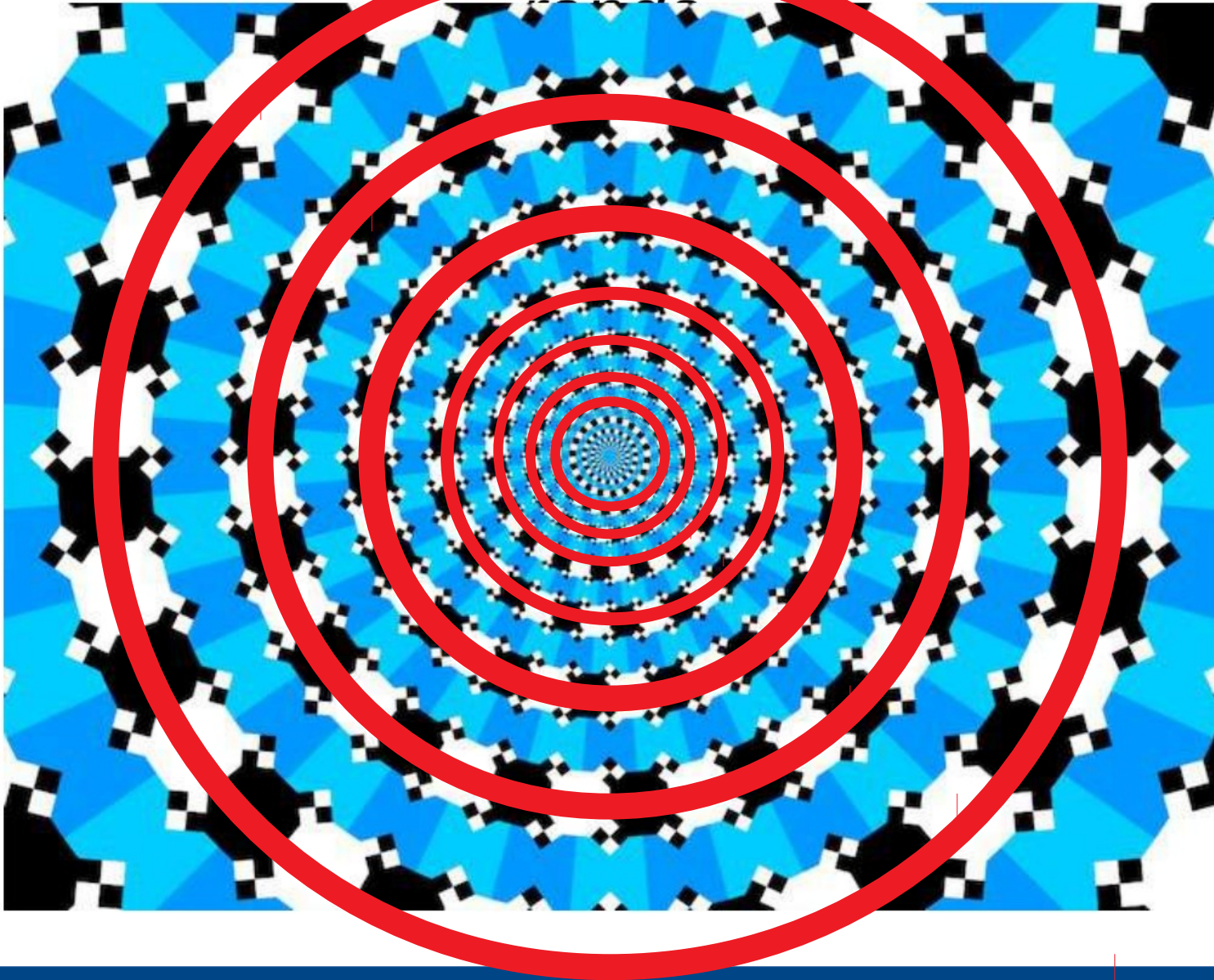
Capturer la lumière

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



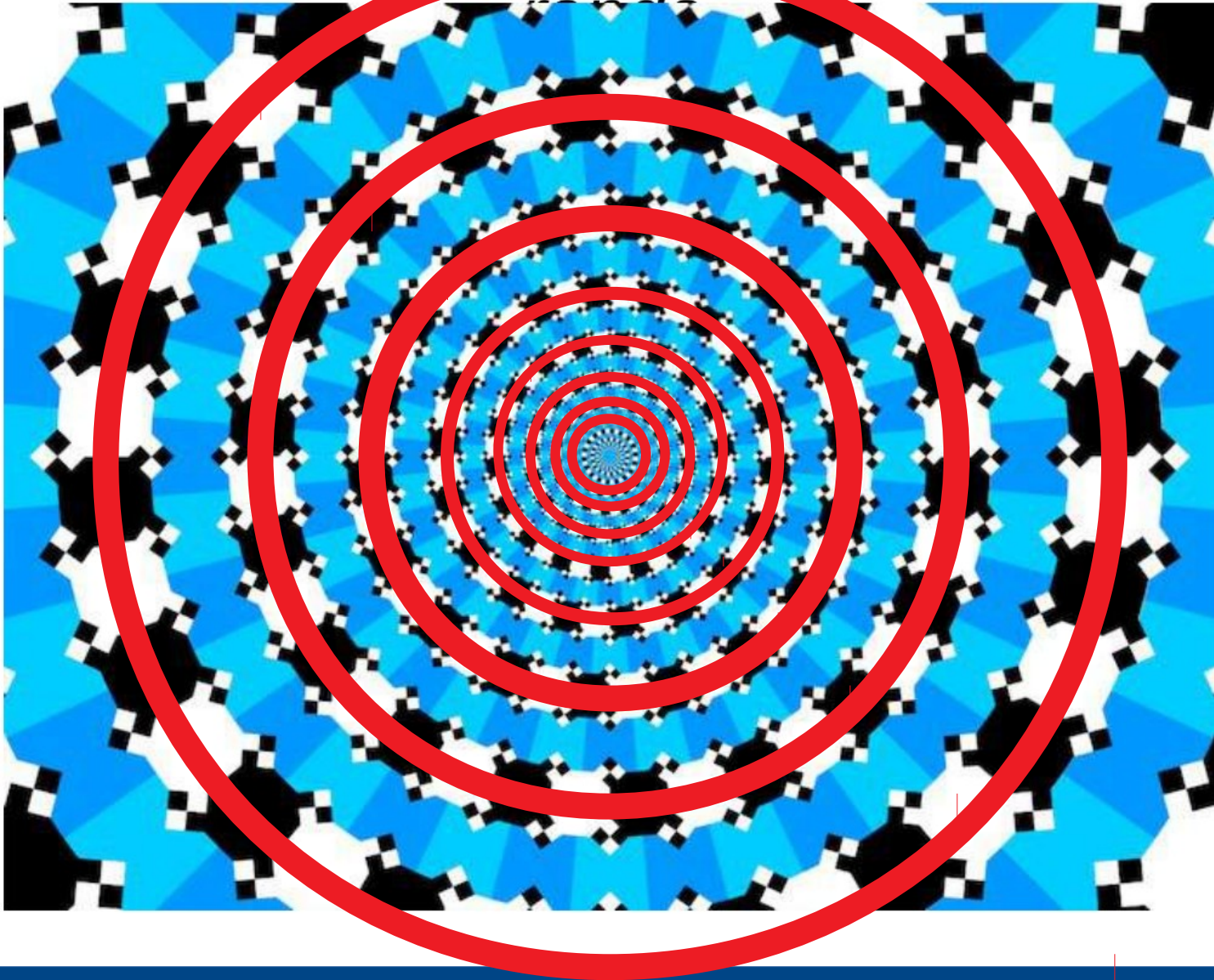
Capturer la lumière

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



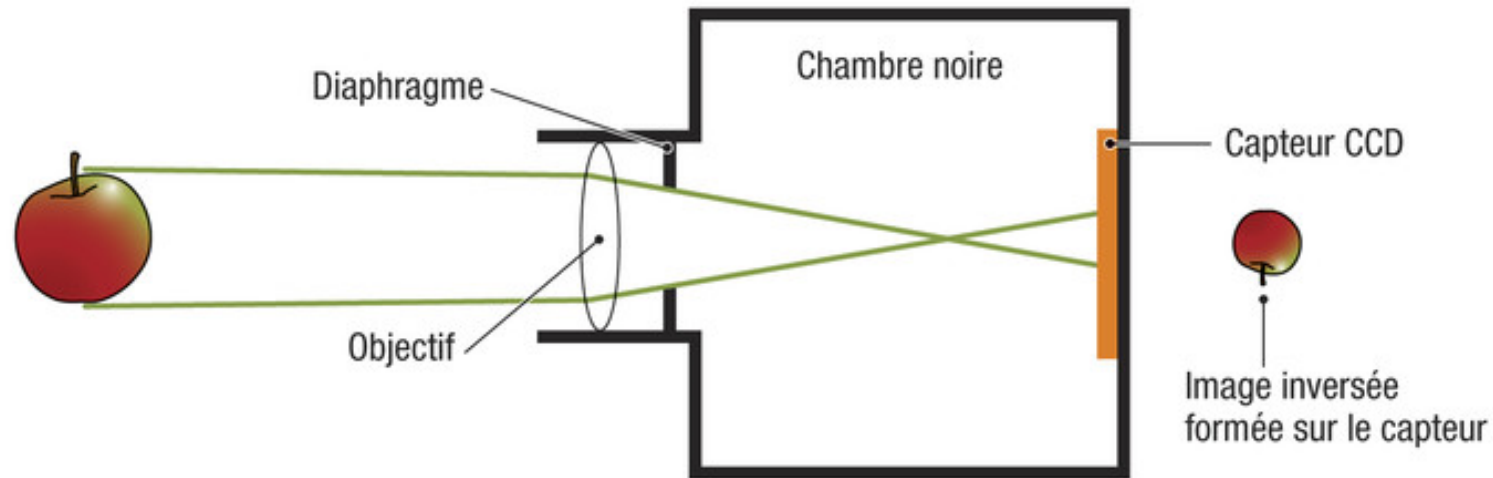
Capturer la lumière

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



Capturer la lumière

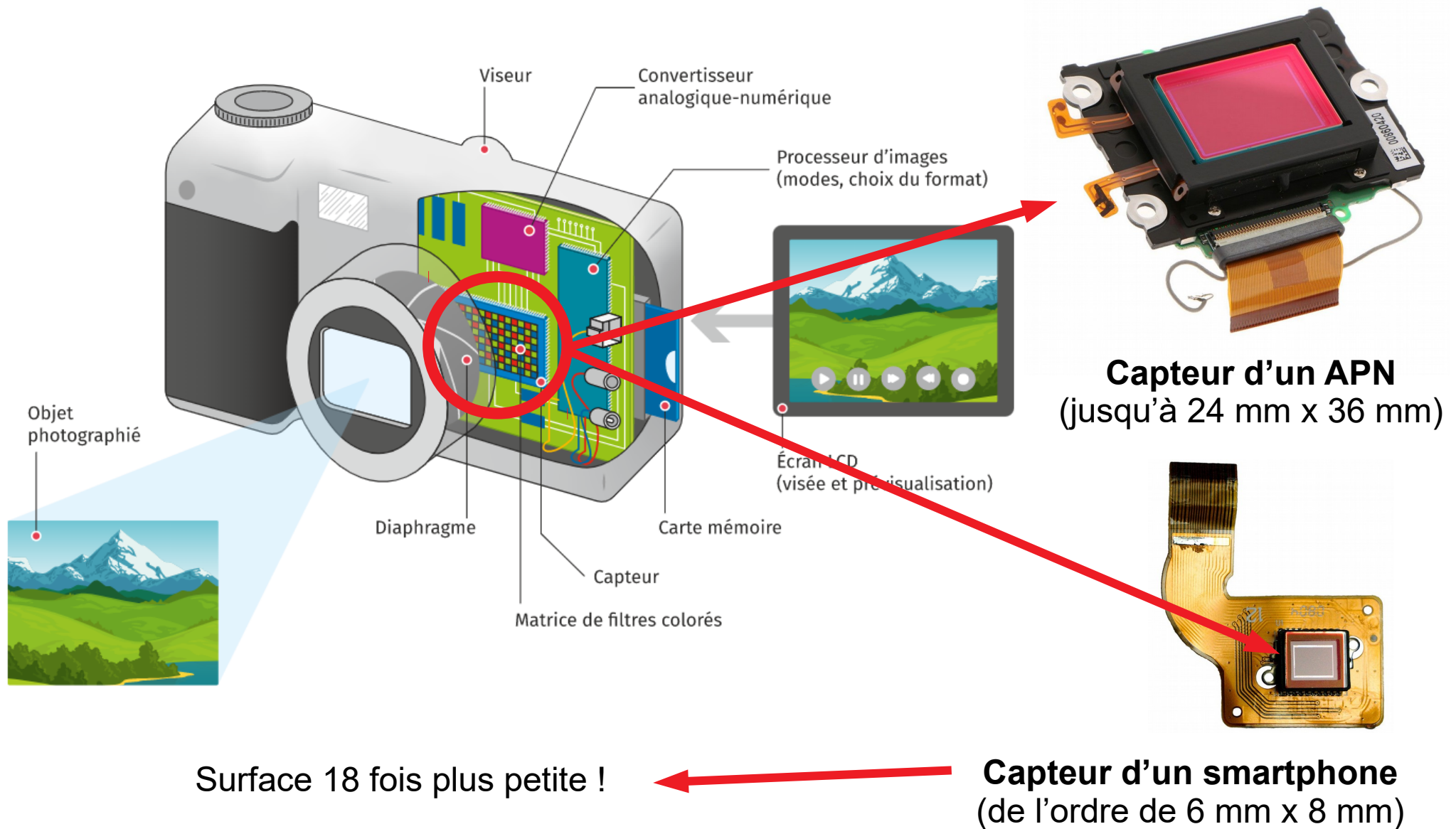
- **Du capteur à l'image numérique**



- **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



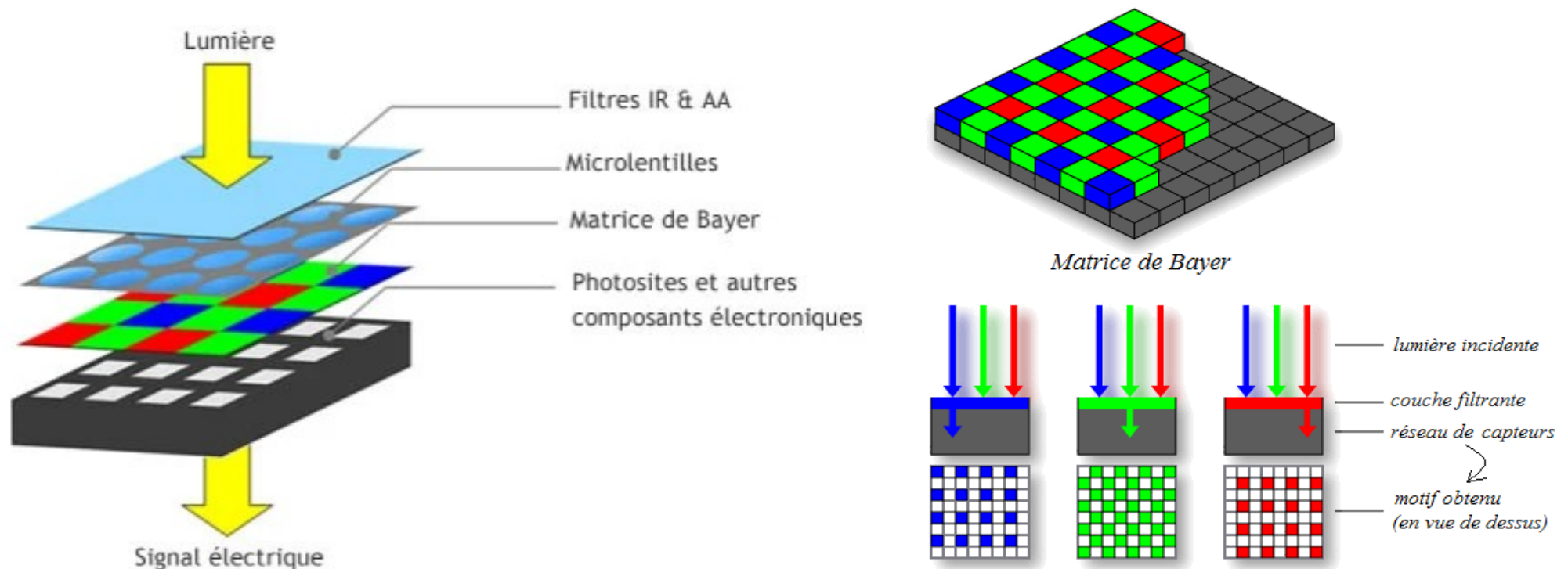
Le capteur photographique

- **Des photosites**

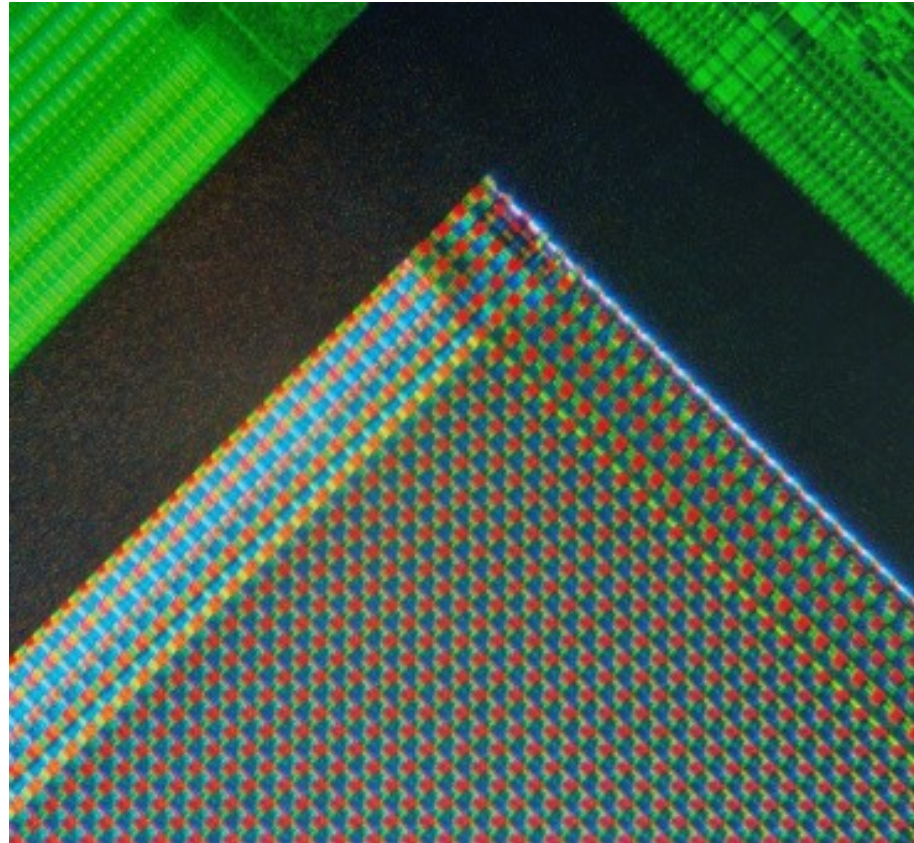
→ Convertissent l'intensité lumineuse en un signal électrique proportionnel à la quantité de lumière reçue

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

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



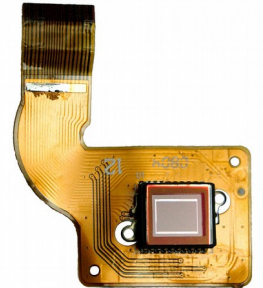
Le capteur photographique



Capteur photo d'une webcam

Le capteur photographique

- Smartphones : ~5 à ~100 méga-photosites (sur quelques mm² !)
- **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

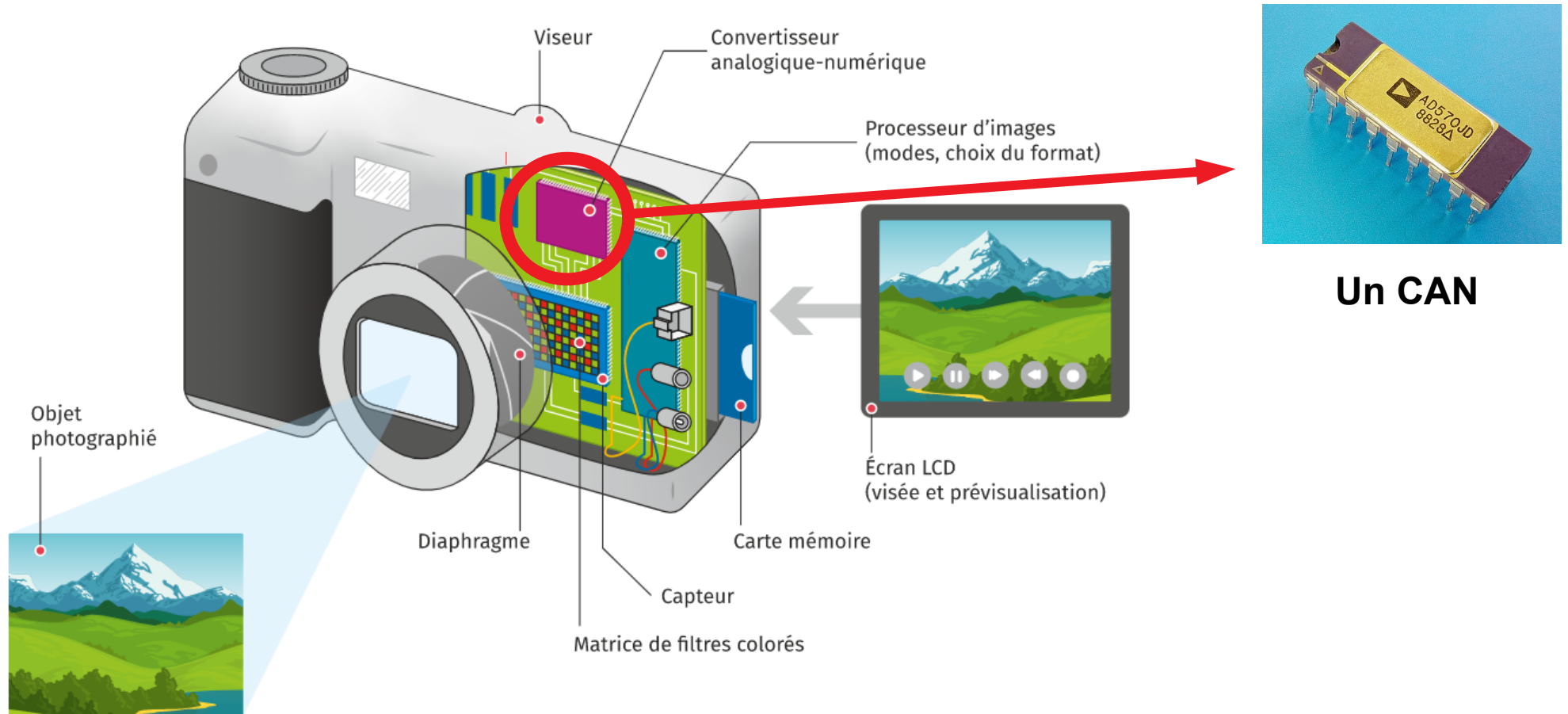


Huawei P30 Pro

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

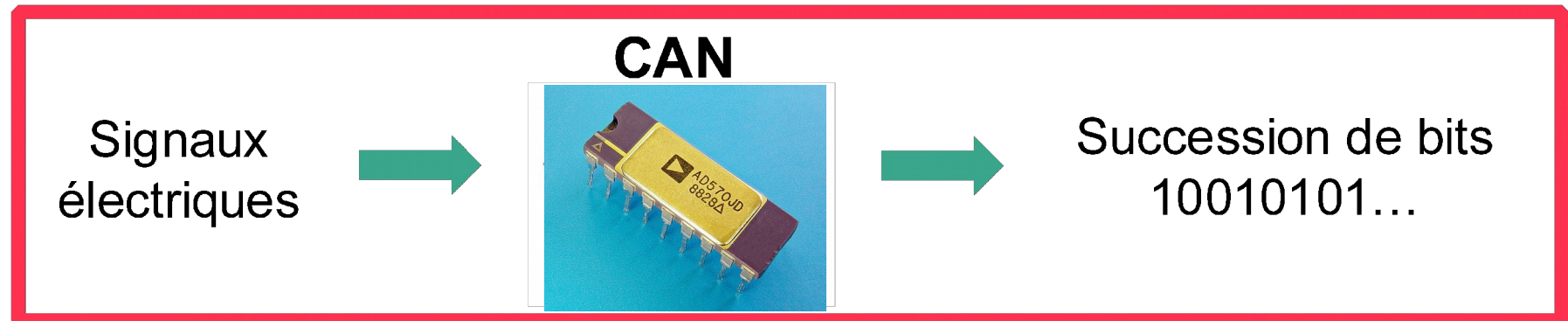
Le convertisseur analogique-numérique

Le convertisseur analogique - numérique



Le convertisseur analogique - numérique

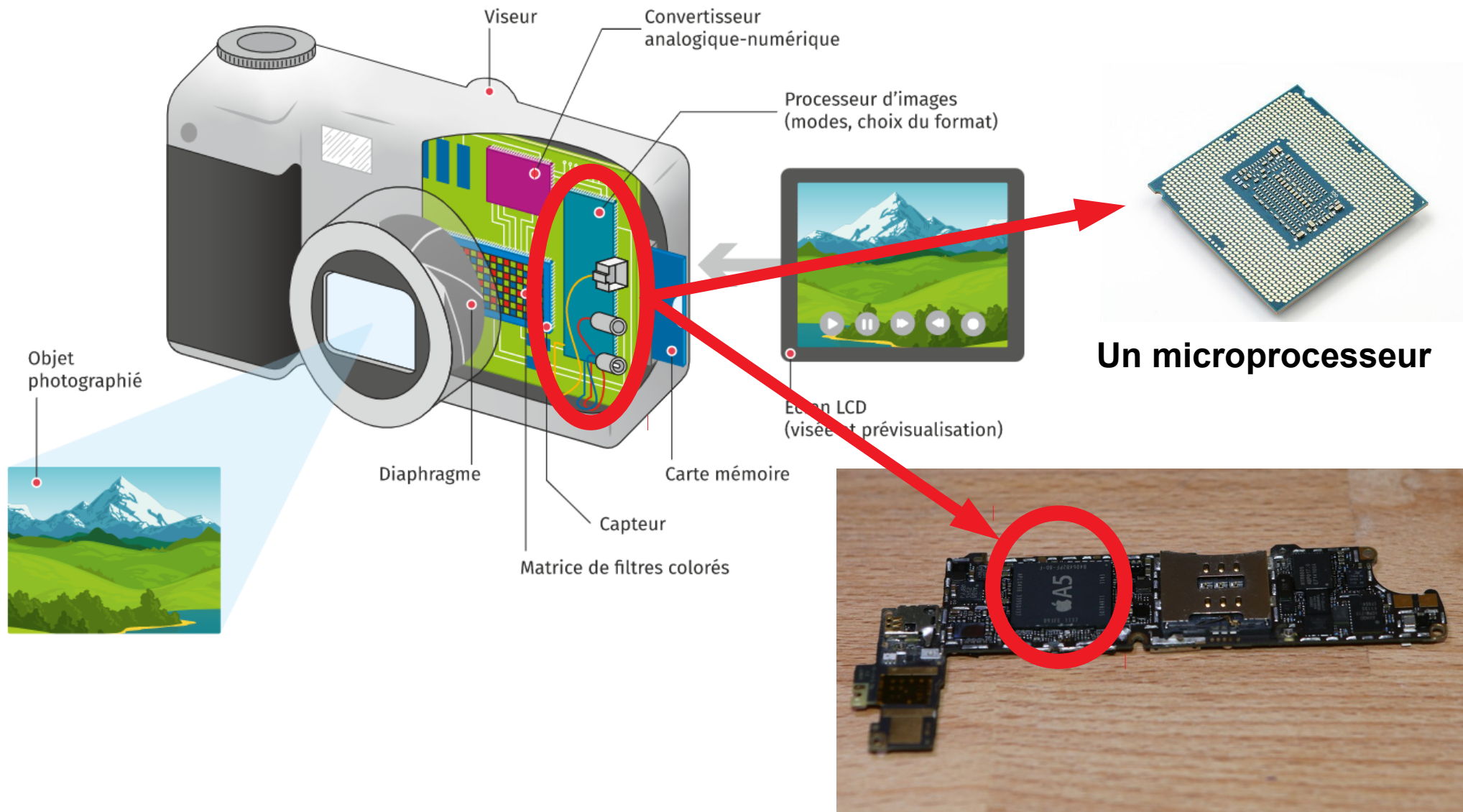
- **Rôle du CAN : convertir la tension électrique générée par chaque photosite en une valeur numérique**



- 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

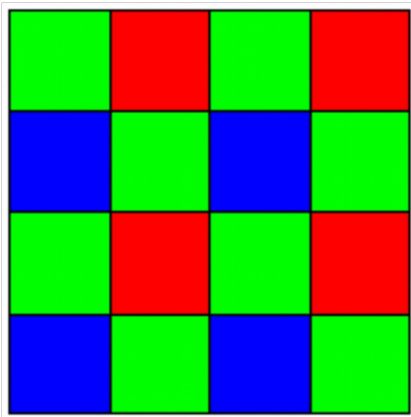
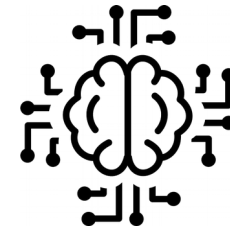
Le microprocesseur

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

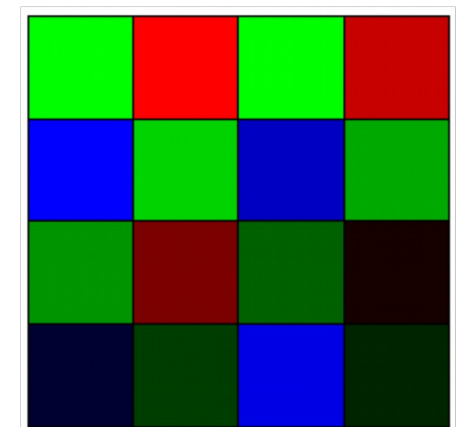
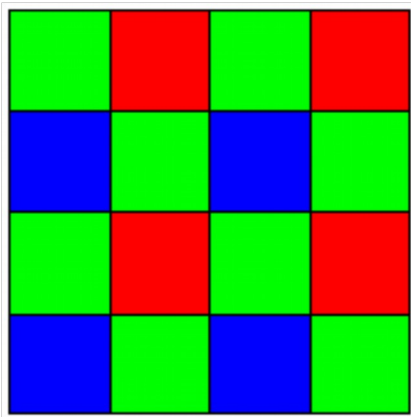
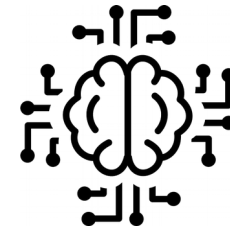


Image RAW

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

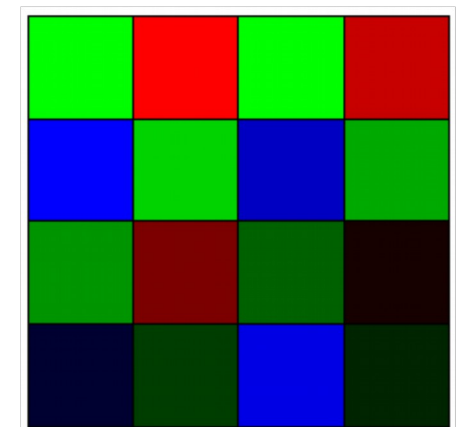
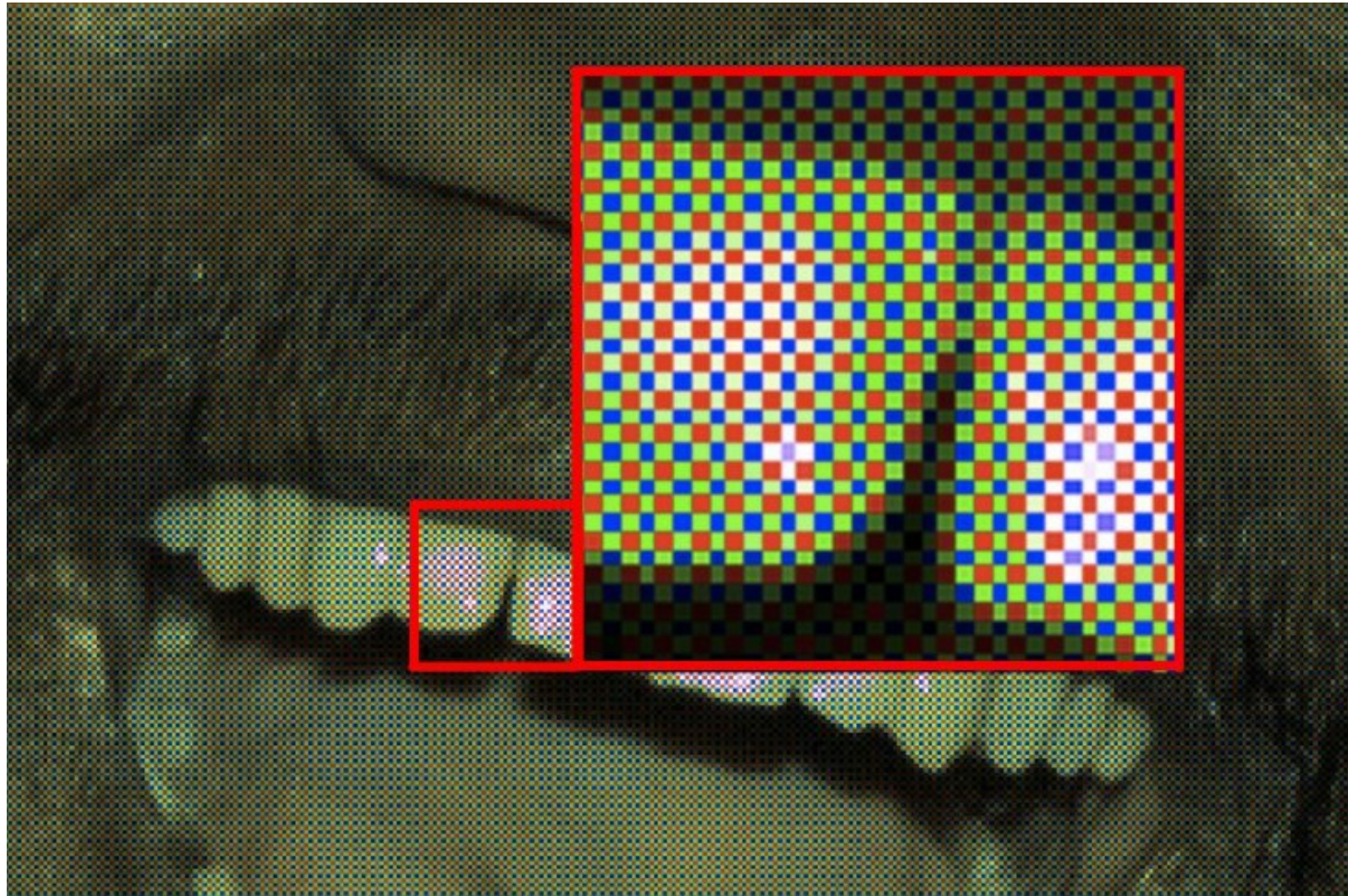


Image RAW

Le microprocesseur

L'image crue (RAW)



Source G. Berry / DxO.com

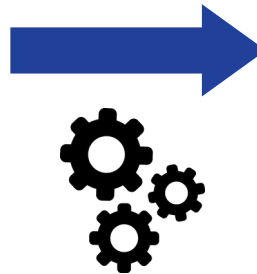
Le microprocesseur

- **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



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

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 [人工知能](#), [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/
- **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 vidéo](#) donnée 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