

Histoire, science et techniques de la photographie

Benoît CHARLOT

CNRS Institut d'Electronique et des Systèmes
Université Montpellier II



l'institut
d'électronique



Sommaire

- Les inventeurs
 - Niepce
 - Daguerre
 - Talbot
 - Le Gray
 - Scott Archer
- **Photochimie des halogénures d'argent**
- Procédés non argentiques
 - Cyanotypie
 - Gomme bichromatée
- La photo couleur, l'autochrome
- La photo numérique

préambule

Il existe quantité de procédés photographiques :

Abration tone	Chalkotype	Gelatino-Bromide emulsions, 1875	Palladiotype
Acetate film	Charbon Velour	Gelatin-silver process	Pannotype
Albertype	Chromatype	Gem tintype	Paper negative
Albumen print, 1850	Chripotype	Ghost photograph	Paynetype
Algraphy	Chrysotype, 1842	Gum bichromate	Photocollography
Ambrotype	Chrystollotype	Gum Bichromate Print	Photogram
Amphitype	Cliché verre	Gum Dichromate	Photogravure
Amylotype	Collodion paper	Gum over platinum	Photolithography
Anaglyph	Collodion process, 1851	Gum printing =	Photosculpture
Anthrakotype	Collotype, 1870	*Photogravure	Phototype
Archertype	Color paper	Hallotype	Photo instrumentation
Argentotype	Contact print	Heliography	Physautotype
Argyrottype	Contact sheet	Heliotype	Pinatype process
Aristo paper	Contretype	Hellenotype	Platinotype, 1873
Aristotype	Copper Photogravure	Hillotype	Playertype
Aristo [disambiguation needed]	Crystoleum	Hyalotype -1850	Plumbeotype
Artotype	Crystal photo 1850	Hydrottype	Salt print
Atrephograph	Cyanotype, 1842	Intermediate negative	Salted paper
Atrograph	Daguerreotype, 1839	Internegative	Self-toning paper
Aurotype	Dallastype	Iron salt process	Sepia
Autotype	Diaphanotype	Ivorytype -1855	Sepia paper
Baryta coated paper	Diazotype	Jews pith	Shellac
Bayard process	dry chrome B&W positive process	Kallitype	Siderotype
Bichromate process	Dry collodion negative	Lambertype	Silver bromide
Bichromated gelatin	Dry collodion process	Leggotype	Silver chloride collodion
Bichromated gum arabic	Dry plate	LeGray	Simpsonotype
Bichromatic albumen	Dye coupler process	Levytype	Sphereotype
Bitumen of Judea, 1826	Dye destruction process	Linograph	Stanhope
Breyertype	Dye diffusion transfer process	Linotype	Stannotype
Bromoil Process, 1907	Dye transfer print	Mariotype	Sun printing
Burneum	Eburneum	Meisenbach process	Talbotype
Calotype, 1841	Ectograph	Melainotype	Tintype or Ferrotype
Cameo	Ectographe	Melanograph	Tithnotype
Carbon print, 1855	Electrotype	Metotype	Transferotype
Carbro Print	Energiatype	Negative	Uranium print
Carbro	Enamaline	Oil printing process	Van Dyke
Casein pigment	Enamel photograph	Opalotype	Vesicular film
Catalysotype	Feertype	Ozobrom process	Wash-off Relief
Catalisotype	Ferroprussiate paper	Ozobrome	Wax paper
Catatype	Ferrottype	Ozotype	Wet collodion plate
Cellulose diacetate negative	Fluorotype	Ozotype process	Wet collodion process
Cellulose nitrate negative	Gaslight paper	Palladiotype, 1914	Wet plate process
Cellulose triacetate negative	Gaudinotype	Palladium Print	Woodburytype
Ceroleine		Palladium processing	Wothlytype

Quelques dates

- **1827** Nicephore Niepce, première photographie permanente
- **1831**, Jacques Daguerre "daguerréotype"
- **1835** William Henry Fox Talbot réalisa le premier négatif de l'histoire.
- **1839** Calotype(négatif) et tirage (positif) au papier salé
- **1851** Frederick Scott Archer introduisit le procédé au collodion humide sur plaque de verre.
- **1903** Les frères LUMIERE inventent l'"autochrome"
- **1948** - Apparition du Polaroid
- **1982** - Le premier appareil photo numérique couleur

L'optique

Avant la photo il y a eu l'optique

Premières lentilles : 700 ans avant JC
assyriens

Moyen age : Ibn al-Haytham

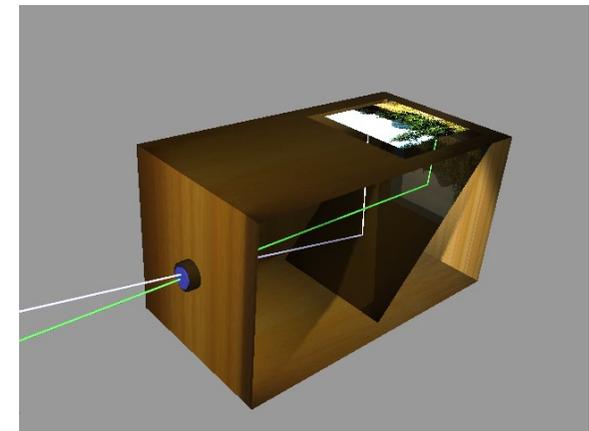
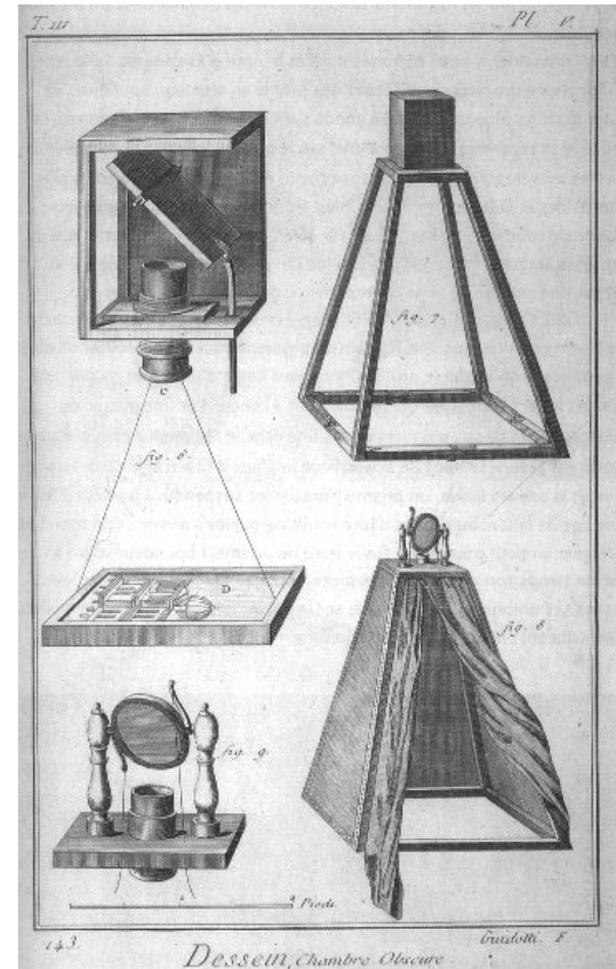
Renaissance : lunette astronomique,
téléscope, microscope

Huygens, Newton : diffraction, interférences

1514 De Vinci, 1568 daniele Barbaro : la
camera obscura, la chambre noire
permet de projeter une image.

Très utilisé pour le dessin et la perspective.

**Mais comment fixer définitivement
l'image projetée par la camera?**



1827

Nicéphore NIEPCE

Joseph Nicéphore Niépce, né à Chalon-sur-Saône le 7 mars 1765 et mort à Saint-Loup-de-Varennnes le 5 juillet 1833,



Nicéphore NIEPCE

1827

Point de vue du Gras, tout premier cliché réalisé en 1827 à Saint-Loup-de-Varennnes



Nicéphore NIEPCE

1827

Point de vue du Gras, tout premier cliché réalisé en 1827 à Saint-Loup-de-Varennnes



1827

Nicéphore NIEPCE

Le procédé utilisé est l'**héliographie** au bitume de Judée (mélange d'hydrocarbures) ou asphalte, goudron
Qui a la propriété de s'insolubiliser quant exposé à la lumière (UV)

Ce matériau était utilisé pour reproduire des dessins sur papier transparent (huilé) et posé sur une couche de bitume puis insolé au soleil pendant plusieurs heures.

Ensuite dissolution des parties non insolées et attaque du substrat (eau forte=acide)



Nicéphore NIEPCE

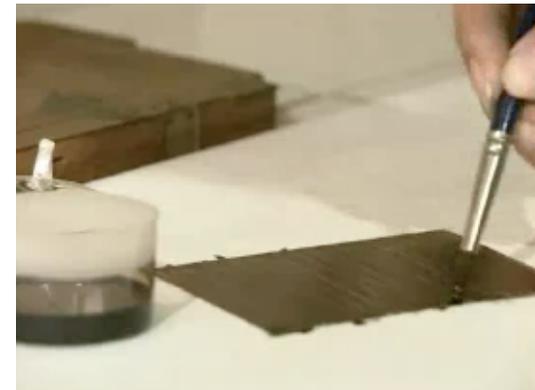
1827

Description du procédé

Dissolution du bitume de Judée dans de l'essence de lavande

Etallement en couche mince sur support rigide (verre, métal)

Séchage à chaud

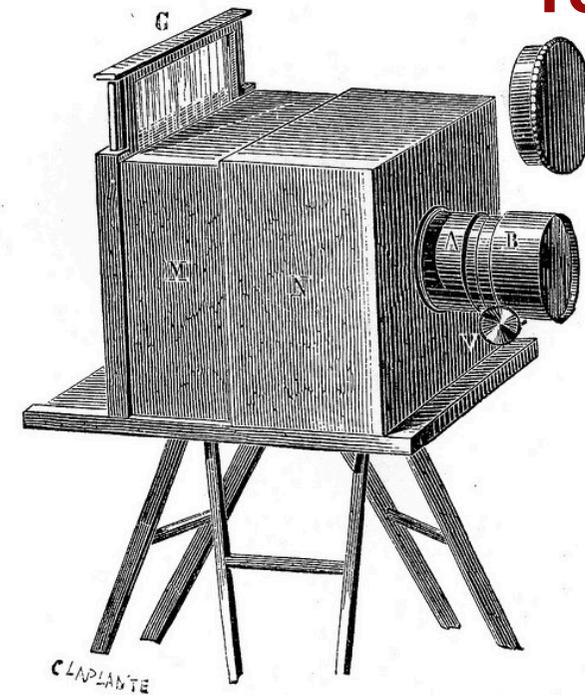


Nicéphore NIEPCE

Exposition (longue...plusieurs jours) en chambre obscure

Développement (dissolution des parties non insolubilisée) dans de l'essence de lavande

1827



Nicéphore NIEPCE

1827

Image négative qui selon le substrat et l'angle d'observation apparaissait en positive

Inversion par ioduration d'un substrat en argent qui noircissait à la lumière.



Louis Jacques Mandé **Daguerre**

1835

né le 18 novembre 1787 à Cormeilles-en-Parisis (Val-d'Oise),
mort le 10 juillet 1851 à Bry-sur-Marne (Val-de-Marne)

Inventa le **Daguerréotype** en 1835

Premier procédé
Aux sels d'argent



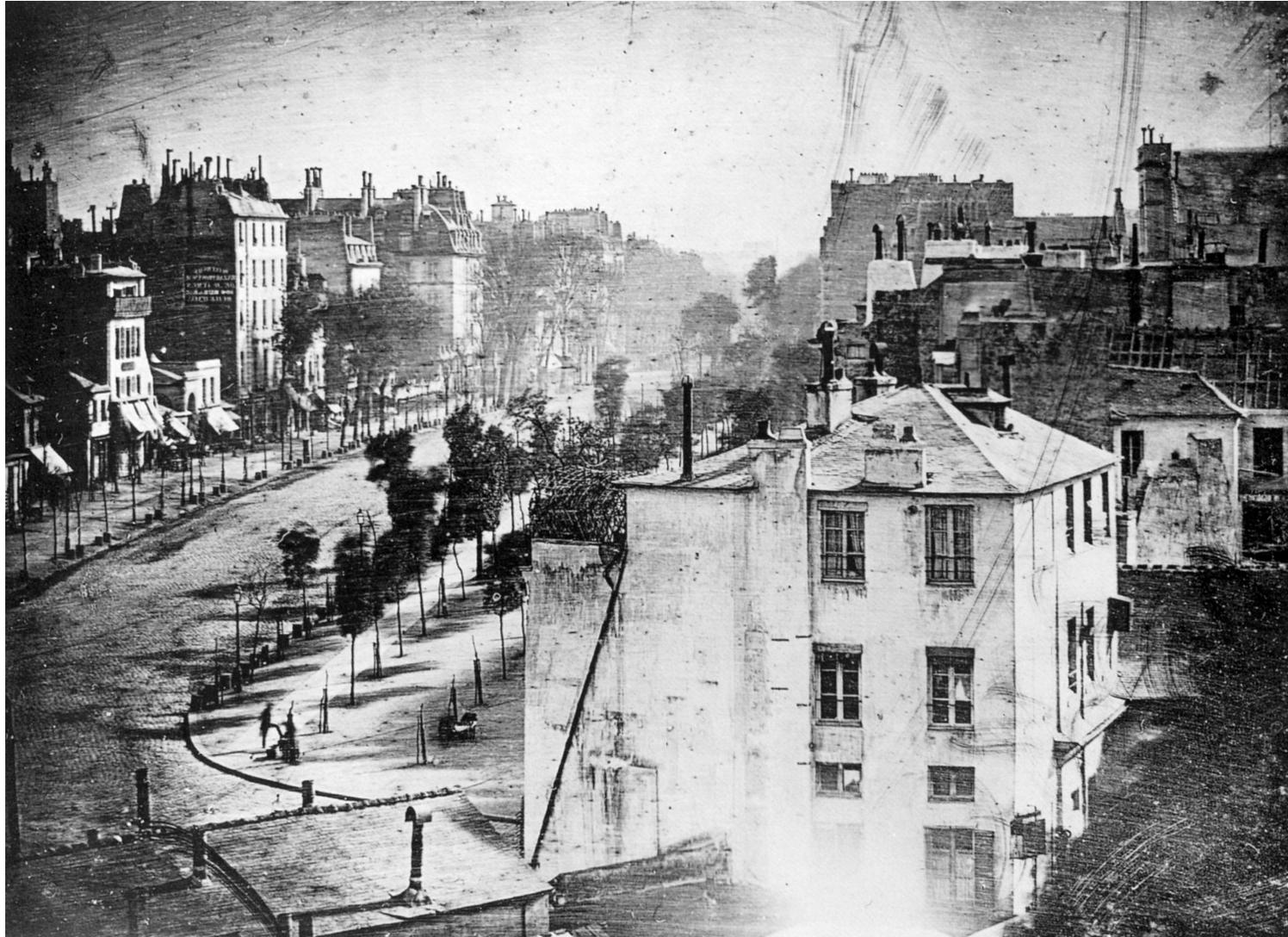
Présentation de la découverte à l'Académie des sciences le 9 janvier 1839, L'état Français acheta le brevet et en fit don au monde à partir de la, grande diffusion mondiale et utilisation pendant 10 ans

Un daguerréotype signé de Daguerre vaut 700 000 Euros

Daguerréotype

1835

Procédé uniquement positif ne permettant aucune reproduction de l'image



Boulevard du temple

Daguerréotype

1835

En se faisant cirer les chaussures, La première personne photographiée



Daguerréotype

1835

Description du procédé

Marc Kereun / Lionel Turban

Au départ un Plaque de cuivre, recouverte d'une couche d'argent.

Polissage fin.

Sensibilisation à la lumière en l'exposant à des vapeurs d'iode qui, en se combinant à l'argent, produisent de **l'iodure d'argent** photosensible

Sensibilisation possible avec du Brome



Daguerréotype

1835

L'exposition est d'environ vingt à trente minutes

Lorsqu'elle est exposée à la lumière, la plaque enregistre une image invisible, dite « image latente »



Développement de l'image est effectué en plaçant la plaque exposée au-dessus d'un récipient de **mercure** légèrement chauffé (75 °C).

La vapeur du mercure se condense sur la plaque et se combine à l'iodure d'argent en formant un amalgame uniquement aux endroits où la lumière a agi proportionnellement à l'intensité de celle-ci.

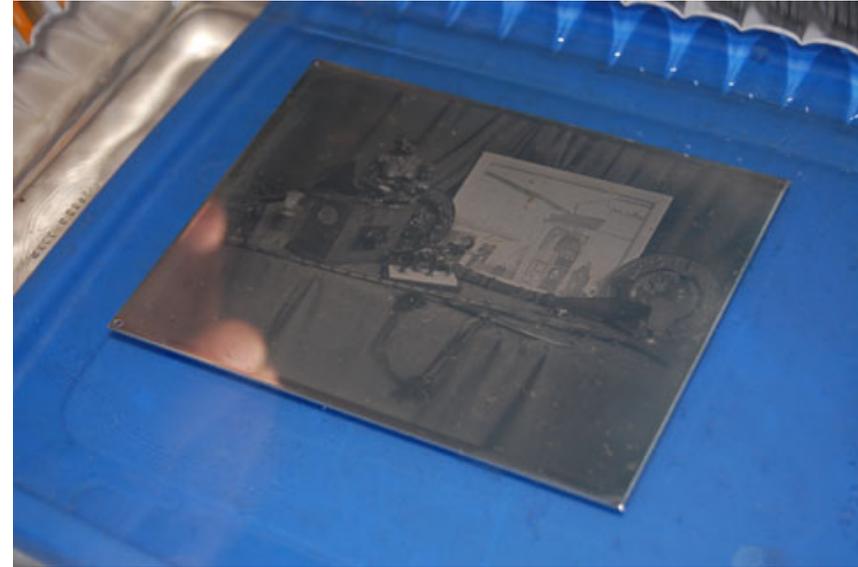


Daguerréotype

1835

Fixage à l'hyposulfite de soude

Dorure au chlorure d'or, rinçage



Daguerréotype

1835

Au niveau chimique, que se passe t il ?

Ioduration de l'argent :



Réduction par la lumière



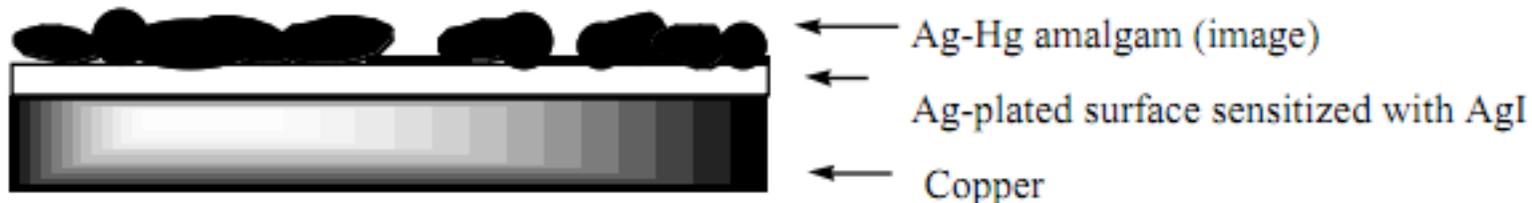
Exposition au mercure
Formation d'un amalgame



Lavage et fixage au thiosulfate
L'AgI non exposé est enlevé



Un amalgame Argent/Mercure = plombage dentaire





1848, Charles Fontayne et William Porter
panorama de la rive du Cincinatti



Chaque plaque fait 17 x 22cm



Et correspond à une image de 140 000 Mpix



Daguerréotype

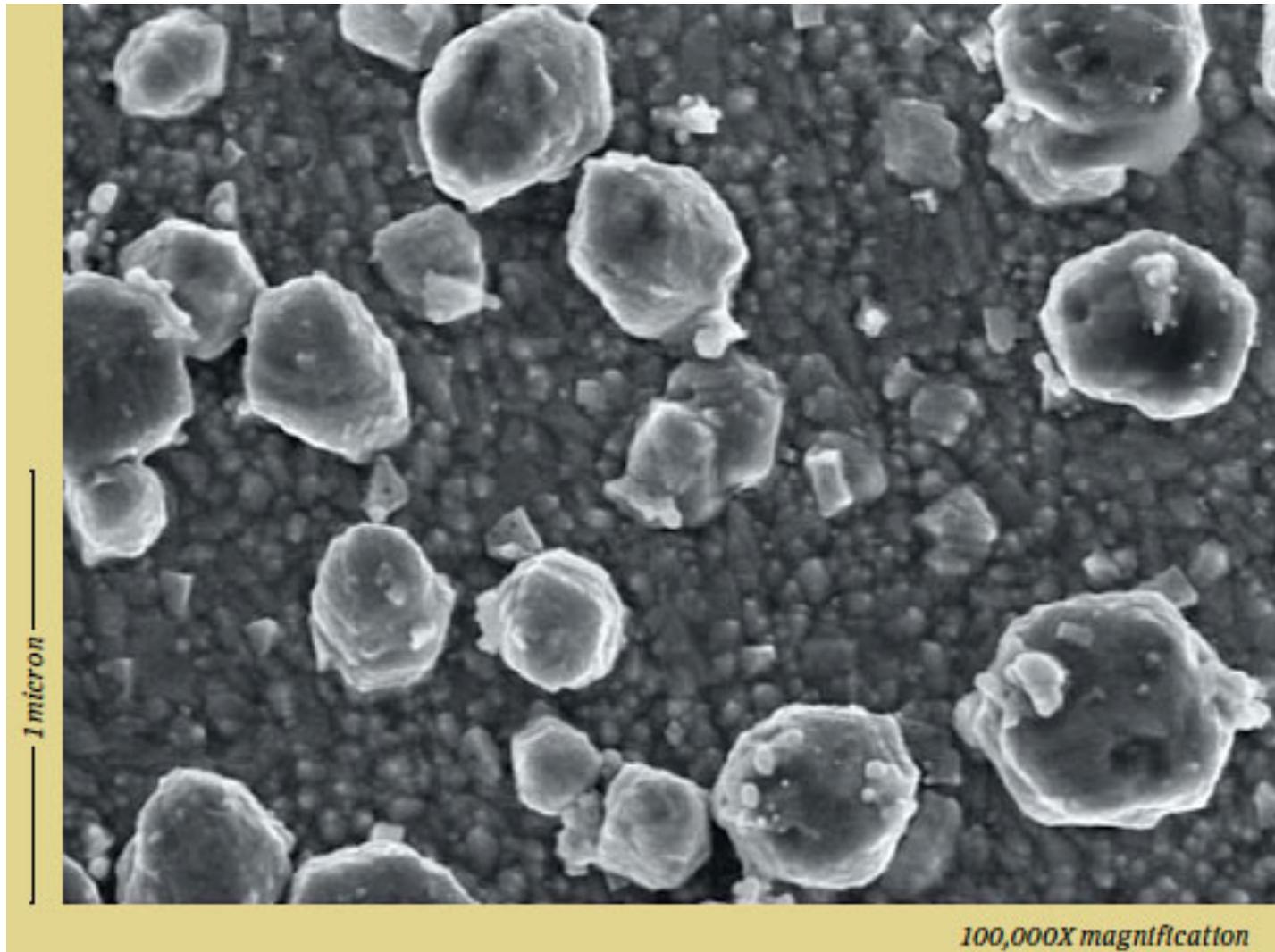


Daguerréotype

1835

Images au microscope électronique

Les cristaux d'argent mesurent entre 150 et 800 nm



Daguerréotype

1835

Comment Daguerre a t il découvert l'usage des vapeurs de mercure?



William Henry Fox Talbot

1841

11 février 1800 - 17 septembre 1877, mathématicien et physicien Anglais
inventeur du calotype, breveté en 1841

Le calotype est un négatif
papier aux sels d'argent qui
autorise le tirage de
multiples épreuves positives



William Henry Fox Talbot

1841

Calotype



Calotype

Description du procédé

Le procédé du Calotype a pour but de produire un **néгатif papier**

La papier doit donc être **très fin et transparent** lorsqu'il est humide

Nitration trempage dans du nitrate d'Argent AgNO_3

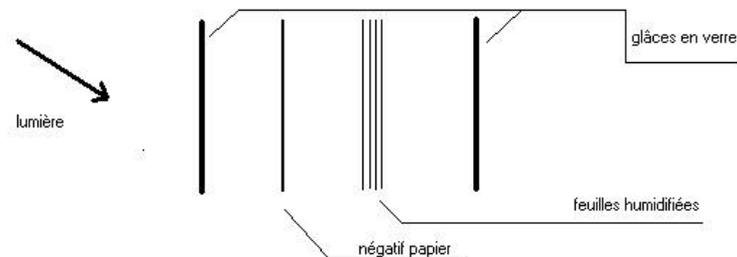
Ioduration trempage dans de l'iodure de Potassium

Exposition

Développement au gallo nitrate

Fixage

Lavage



Calotype

1841



Calotype

1841



Frederick Scott Archer

1851

(1813-1857) Anglais inventeur du procédé au **collodion humide**

Procédé aux sels d'argent sur **plaque de verre** qui connut un grand succès jusqu'en 1880 et s'exporta jusqu'au Etats unis

Grande finesse et gamme de gris particulièrement étendue.

C'est à la fois un négatif qui permet un tirage (au papier salé) et un positif lorsqu'il est regardé sur un fond noir (Ambrotype)



Collodion humide

1851

Description du procédé

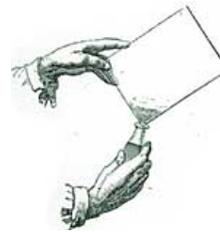
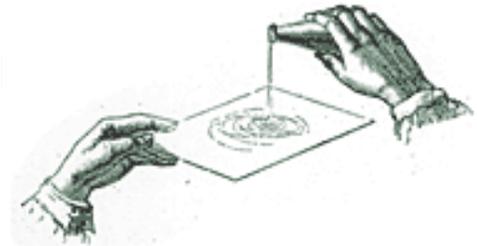
Le collodion est composé de nitrocellulose dissou dans un mélange d'éther et d'alcool

4.9 g de nitrocellulose dissolution dans 80ml d'alcool et 150 ml d'éther.

13g de bromure de zinc dans 30 ml d'alcool.

5 gouttes d'acide nitrique.

Le collodion est versé sur une plaque de verre jusqu'à étalement complet.



Collodion humide

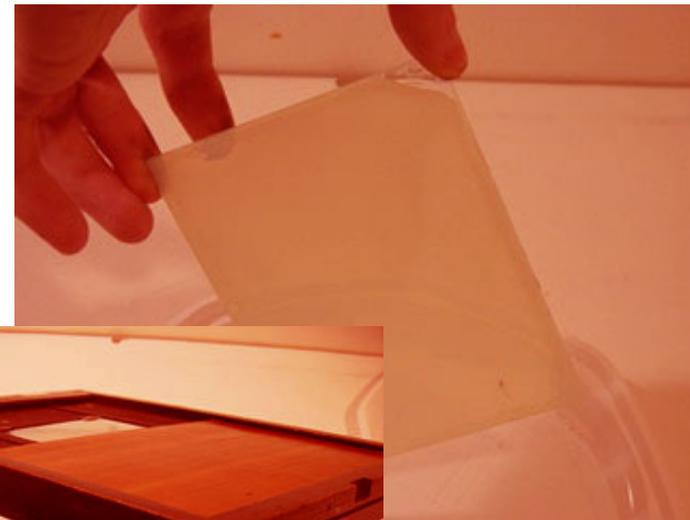
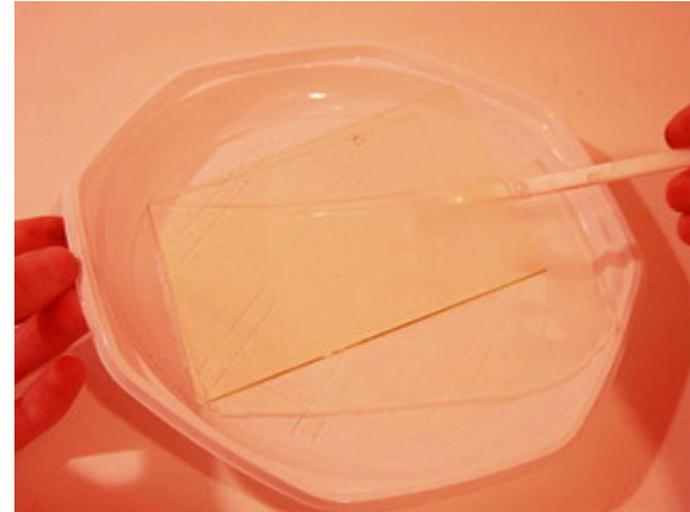
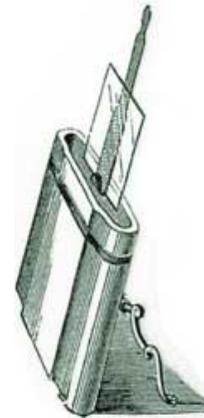
1851

Description du procédé

Ensuite en lumière rouge : sensibilisation par trempage dans un bain de **nitrate d'argent** (avant que le collodion ne soit sec)

Production de bromure d'argent **AgBr**

Exposition



Collodion humide

1851

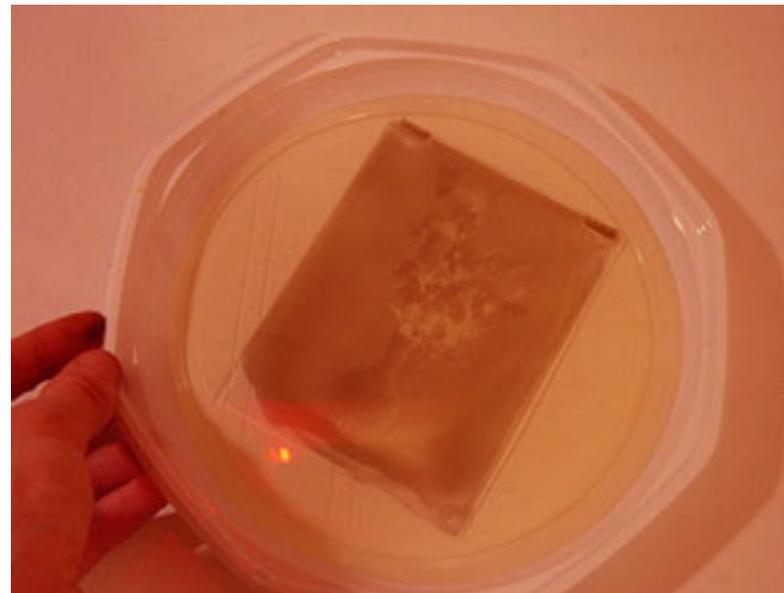
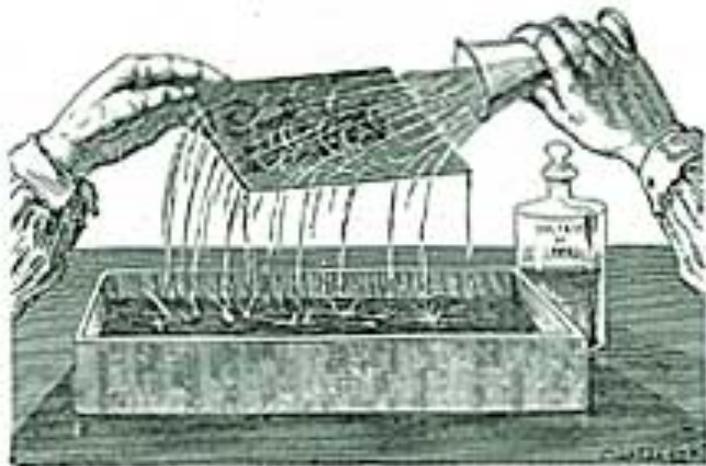
Description du procédé

Développement (toujours en lumière rouge)

Acide Pyrogallique

Bromure de potassium

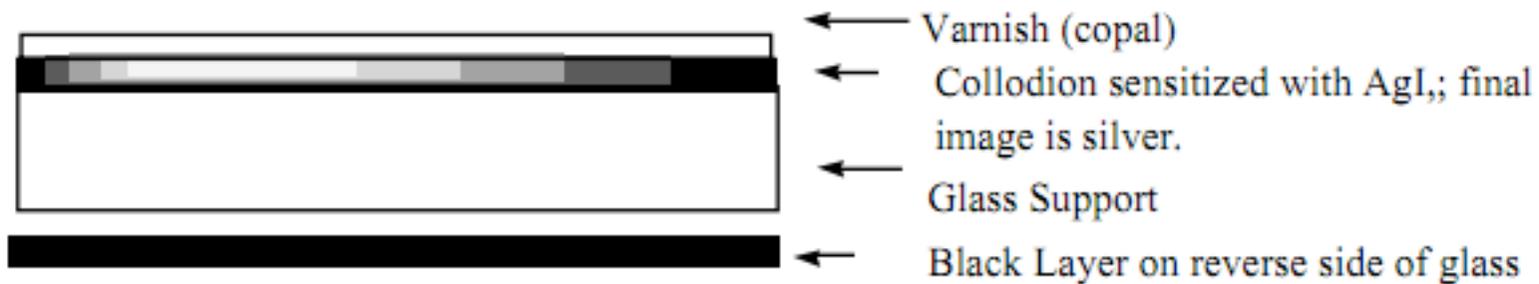
Bicarbonate d'ammonium



Collodion humide

1851

Fixage au Thiosulfate.



Collodion humide

1851

Ensuite il est possible de tirer un positif sur papier salé.



Collodion humide

1851



Collodion humide

1851



Collodion humide

1851



Gustave Le GRAY

1852

(30 août 1820 - 29 juillet 1884) Peintre et photographe français, inventeur du procédé au papier ciré sec.

Egalement inventeur du Collodion
membre fondateur de la Société
héliographique

Membre de la Mission
héliographique (recensement
photographique des monuments
historiques)

photographe officiel du Second Empire
(1852-1860)

Voyage avec Alexandre Dumas en
egypte



Gustave Le GRAY

1852



La grande vague à Sète

Gustave Le GRAY

1852



Gustave Le GRAY

1856



La reine hortense

Gustave Le GRAY

1856



Alexandre DUMAS



Napoléon III

Gustave Le GRAY

1857



Souvenirs du camp de Châlons

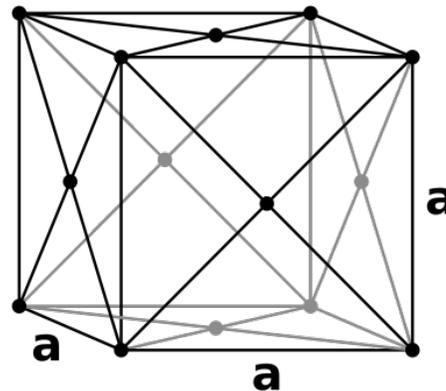
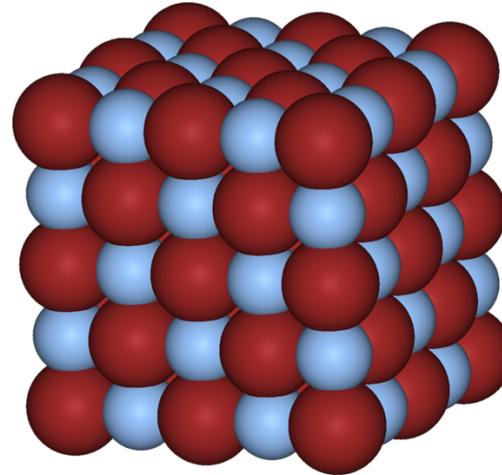
Chimie de la photographie

Les sels d'argent

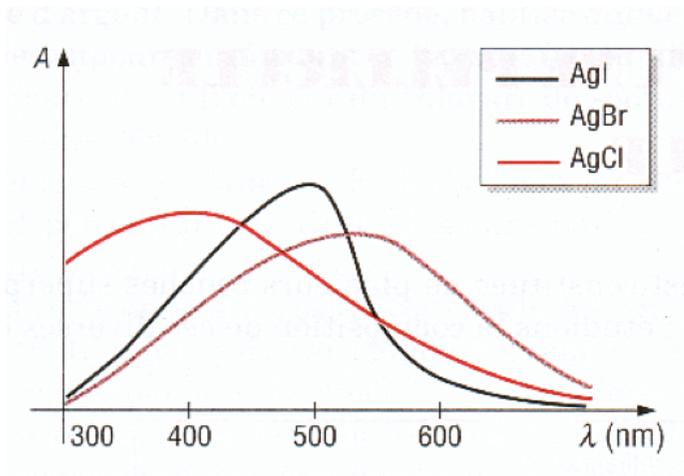
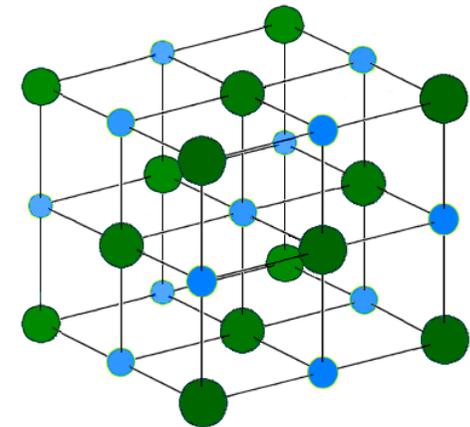
Halogénures d'argent

- Les halogénures d'argent sont des sels ioniques photosensibles
- Structure cubique face centrée CFC

AgF
AgCl
AgBr
AgI

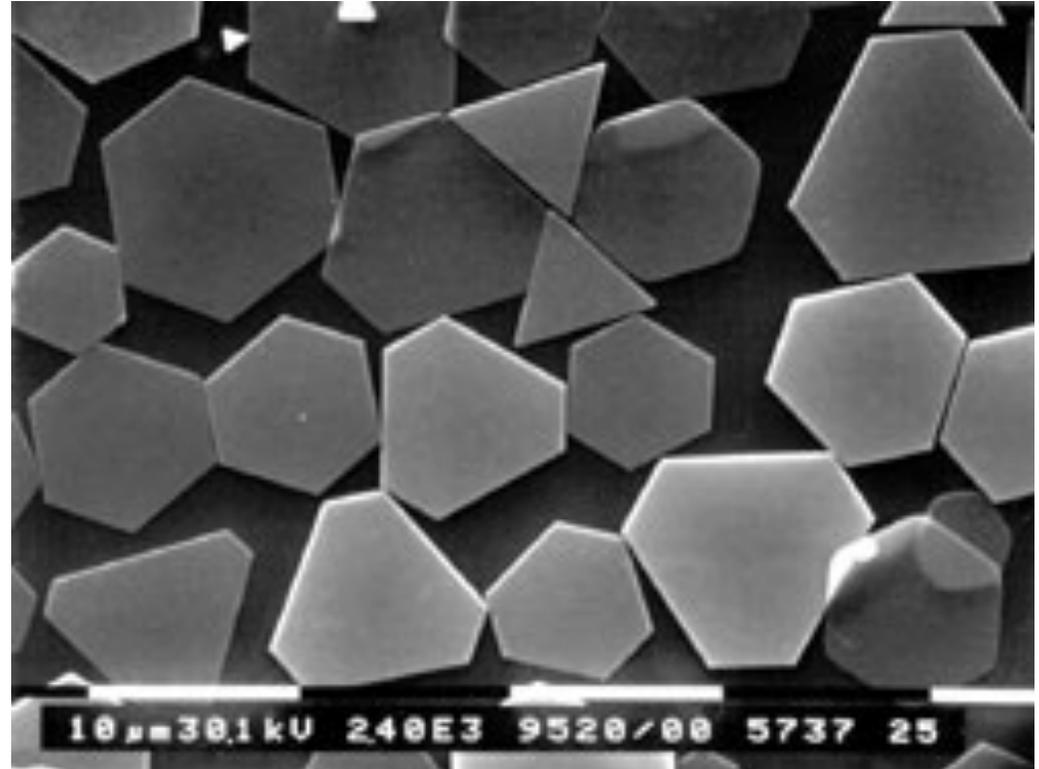
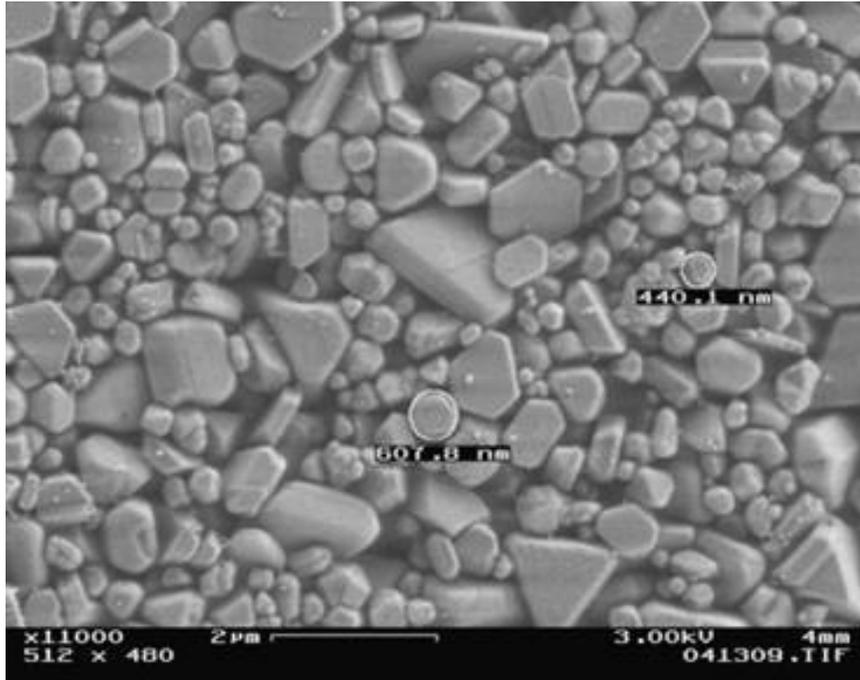


	15 (VA)	16 (VIA)	17 (VIIA)	Hélium
7 14,007	N Azote	8 15,999	O Oxygène	9 18,998
10 20,180			F Fluor	Ne Néon
15 30,974	P Phosphore	16 32,065	S Soufre	17 35,453
			Cl Chlore	Ar Argon
33 74,922	As Arsenic	34 78,96	Se Sélénium	35 79,904
			Br Brome	Kr Krypton
51 121,76	Sb Antimoine	52 127,60	Te Tellure	53 126,90
			I Iode	Xe Xénon
83 208,98		84 (209)	85 (210)	86 (222)



Halogénures d'argent

Images au Microscope Electronique à balayage de cristaux d'AgBr



Electron micrograph of tabular grain emulsion



Ce cristal a une très grande quantité de défauts (Frenkel)
ce qui induit une très grande mobilité des atomes d'Ag

Photosensibilité

Lorsqu'un cristal d'halogénure d'argent (Br par exemple) est soumis à un flux de photons :

Oxydation



Réduction de l'argent

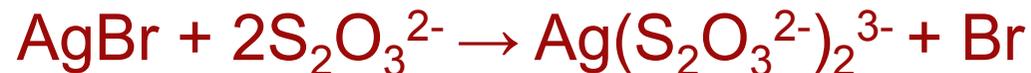


L'halogénure perd un électron de sa bande de valence

Création d'un atome d'argent métallique (Ag)

des atomes de brome sont également formés à la surface du cristal

Ensuite le fixage au thiosulfate permet de dissoudre l'argent non exposé



Dans les procédés à noircissement il faut une grande quantité de lumière à grande énergie (bleu, UV) pour réduire complètement les cristaux.

C'est ce qui se passe avec le **papier salé**

Papier Salé

Une feuille de papier est immergée dans de l'eau salée (NaCl) + séchage

Flottage sur une solution de AgNO_3 10% + séchage

Insolation (négatif par contact) aux UV (soleil) : noircissement direct



Lavage et fixage au Thiosulfate



Photosensibilité

Pour augmenter la sensibilité des émulsions on va utiliser un révélateur

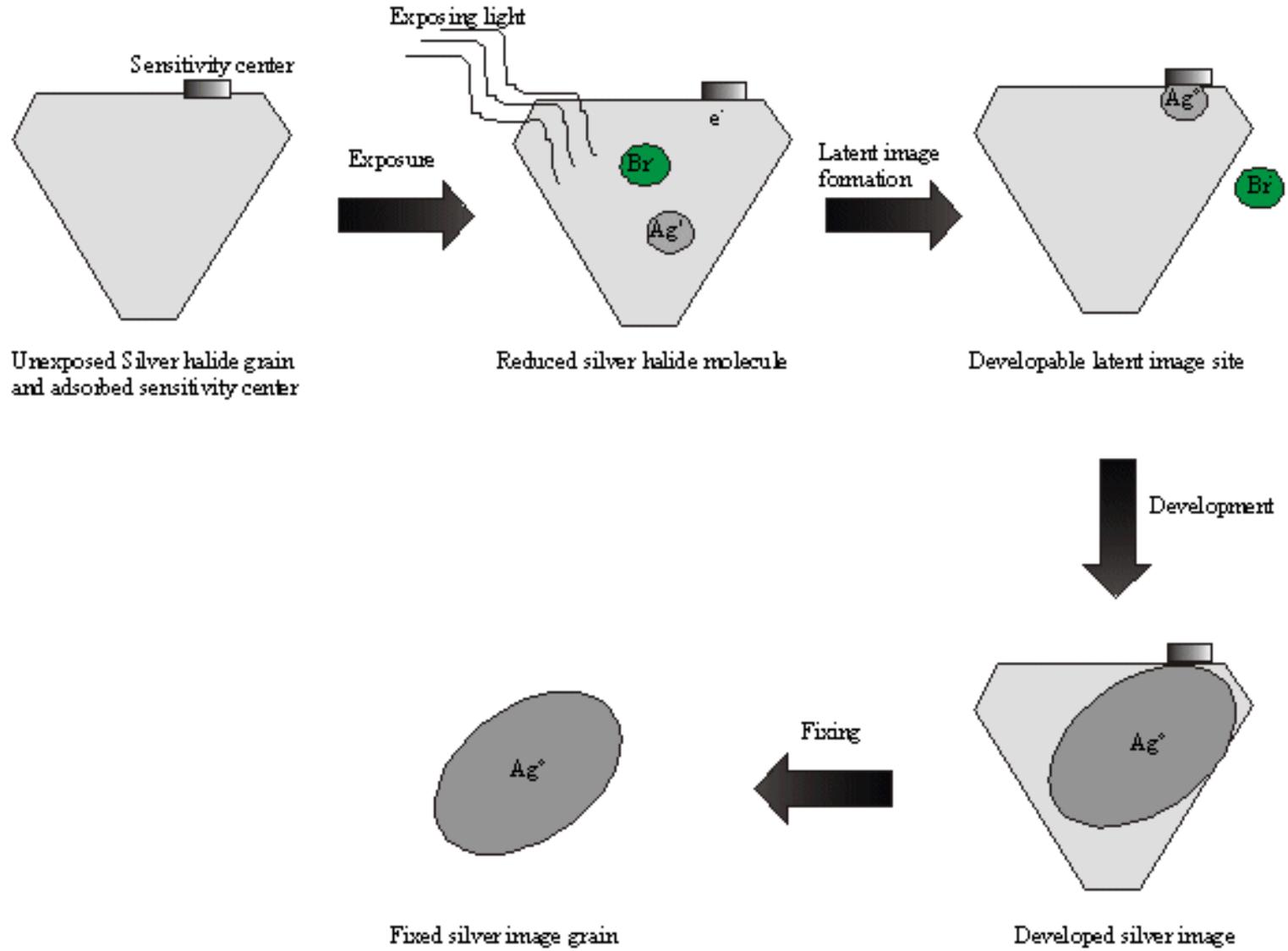
Si l'on illumine faiblement un cristal d'halogénure d'argent :
Une petite quantité d'argent métallique sera formé

entre 5 et 50 atomes d'argent sur les $\sim 10^{12}$ atomes du grain

La densité d'atomes d'argent métallique dans le grain (plus ou moins grande selon l'illumination) va former **l'image latente**

Cette image latente va être amplifiée de manière chimique
C'est le **développement**

Développement



Développement

Dans un révélateur il y a :



Le développeur C'est lui qui fait apparaître l'image
Genol, Hydroquinone, phenidone

Un accélérateur maintient le Ph élevé en neutralisant l'acide
Bromhydrique formé pendant le développement
Soude caustique, carbonate de Sodium , acide borique

Un conservateur protège de l'oxydation du à l'oxygène de l'air
Sulfite de sodium

Un anti-voile : protection des cristaux non impressionnés.
Bromure de potassium

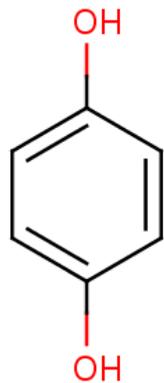
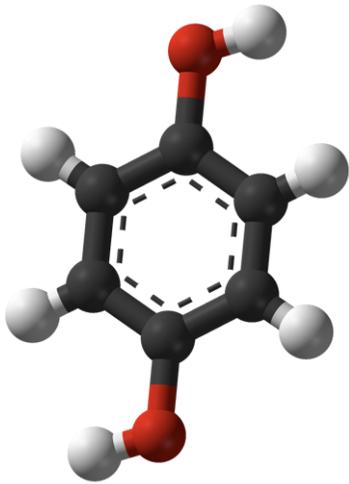
Développement

Agrandissement

Transformer complètement les cristaux d'AgBr en cristaux d'argent

Utilisation d'un réducteur qui peut fournir des électrons

Hydroquinone (benzène-1,4-diol) $C_6H_4(OH)_2$

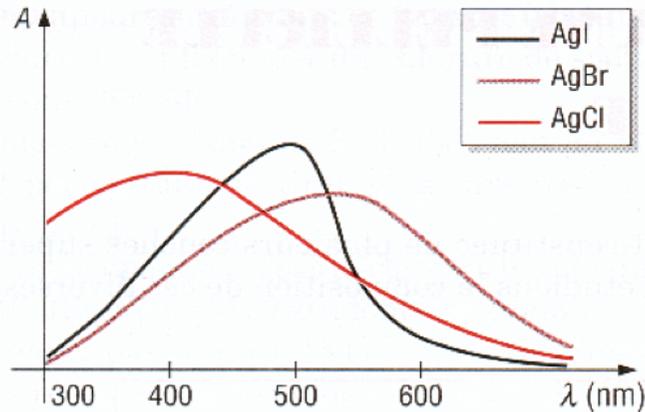


Fixage



Panchromatisation

Les halogénures d'argent sont sensibles à certaines longueurs d'ondes (bleu, UV)



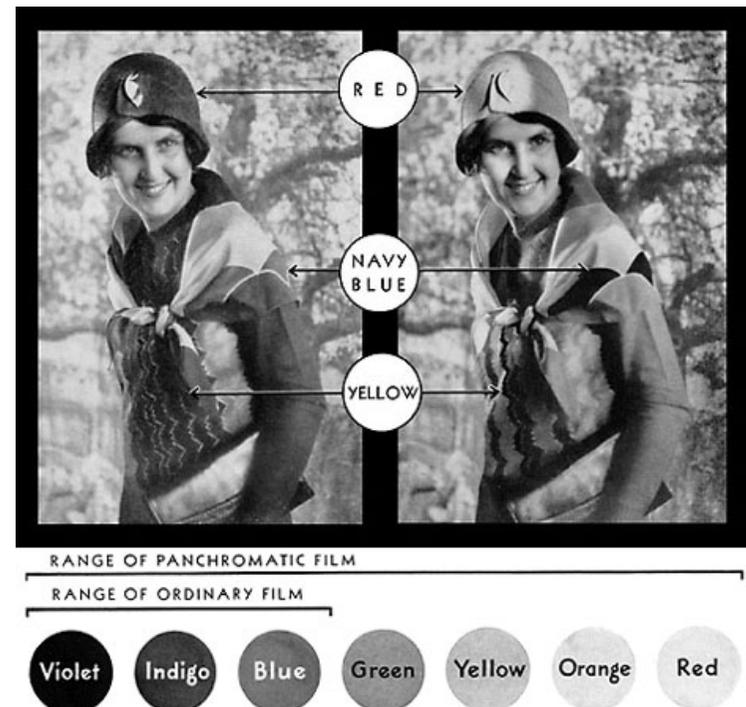
Orthochromatique: peu sensible au rouge (papier photo)

Panchromatique (sensible à tout le spectre)

Pour pouvoir photographier tout le spectre visible il faut les panchromatiser

Solution inventée par Hermann W. Vogel en 1900

Ajout de colorants **Érythrosine**
Eosine



Gelatino bromure d'argent

La **gélatine** est obtenu par polymérisation d'une chaîne peptidique elle-même résultant de la réaction de condensation d'acides aminés : Les acides aminés proviennent de l'hydrolyse du collagène, protéine constitutive des tissus fibreux des êtres vivants (tendons, os, muscles).



La **gélatine** permet de créer une matrice déformable pour :

- Retenir les cristaux de Bromure d'argent
- Protéger les cristaux
- Assurer le rôle d'agent dispersant, c'est-à-dire empêcher les cristaux de s'agréger
- Protéger l'image latente qui s'effacerait progressivement sous l'action de l'oxygène de l'air ambiant
- Laisser diffuser les réactifs (pour le développement et fixage)
- S'étendre sur un substrat souple et transparent (acétate, PET)
- Durcir par tannage



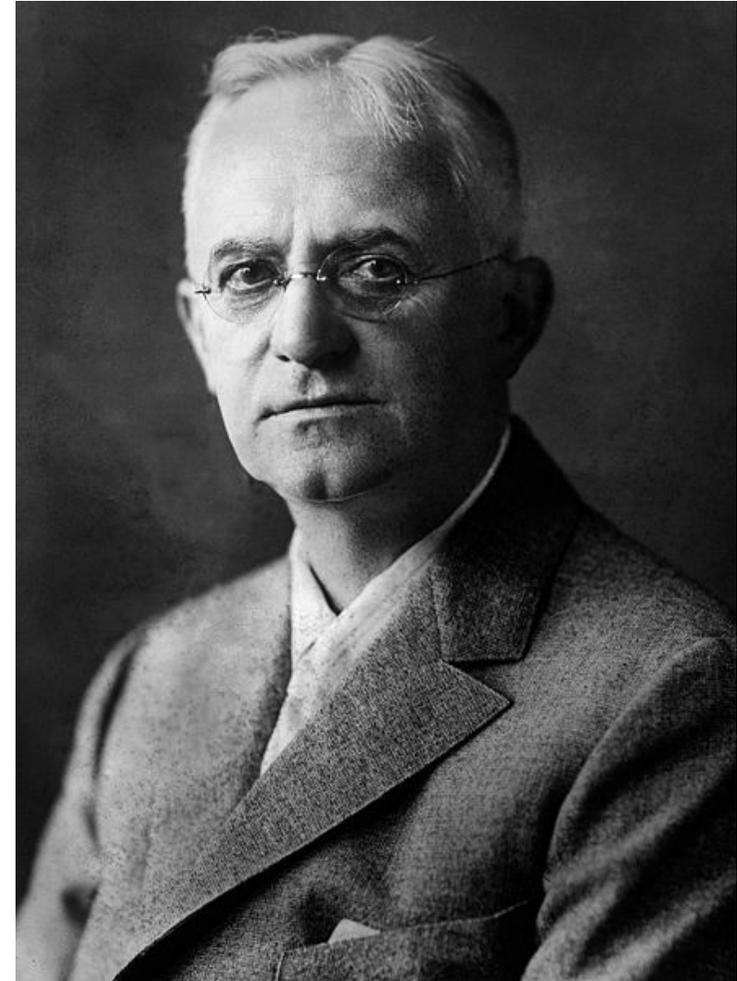
Georges Eastman

Industriel américain
1854 -1932.



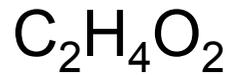
Démocratisa la photographie
avec sa société : **KODAK**

Développa le concept de
film photographique souple
en rouleau sur celluloid



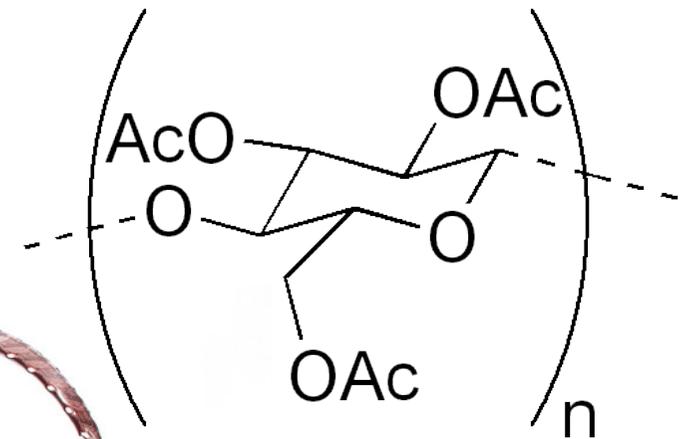
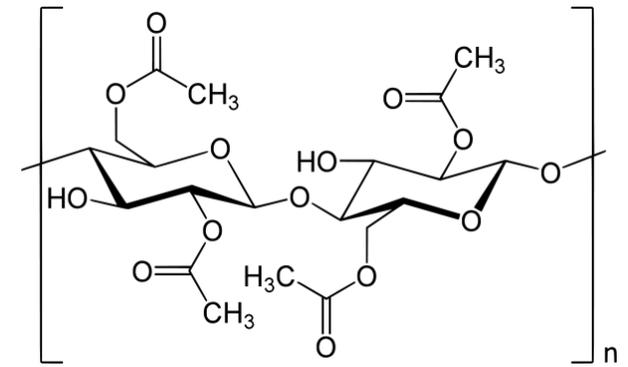
Film

Triacétate de cellulose.



C'est un polymère formé par l'attaque de la cellulose (glucide $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$) par de l'acide acétique

C'est un matériau souple et transparent en film mince



C'est la combinaison Film + gélatine + Sels d'argent qui a permis
Le développement de la photo et du cinéma

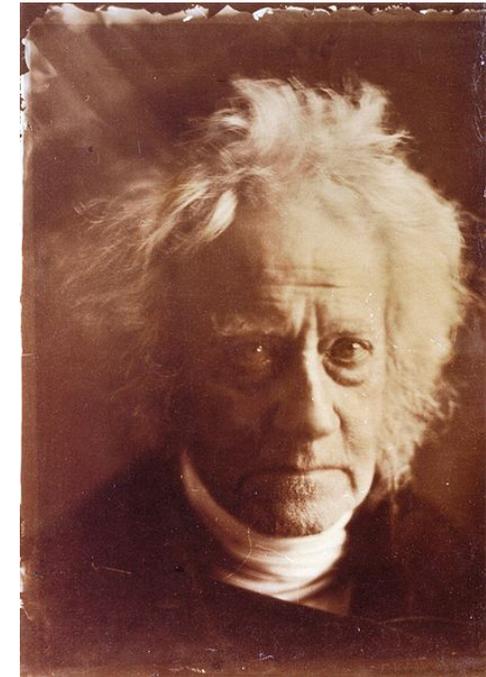
Cyanotype

Tirage photographique au bleu de Prusse (procédé **sans sels d'argent**)

Technique mise au point en 1842 par le scientifique et astronome anglais **John Frederick William Herschel** (1792 -1871).



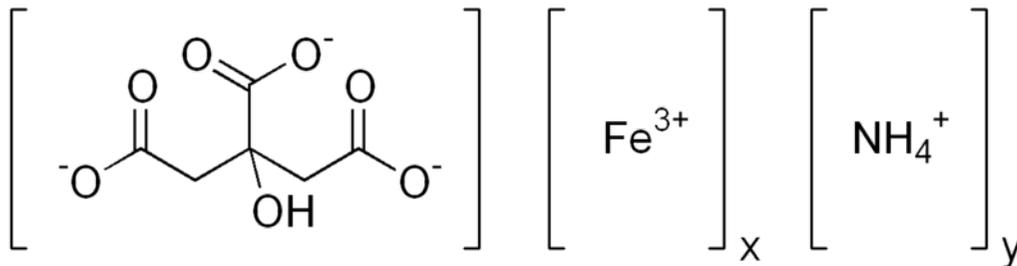
1842



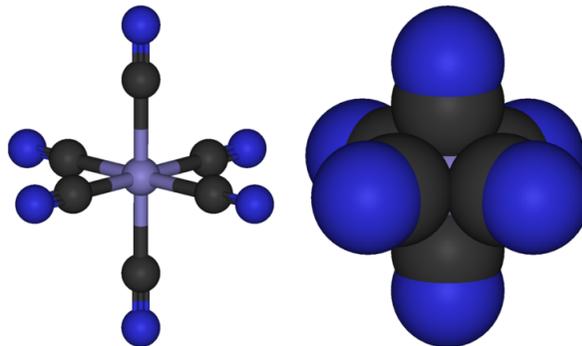
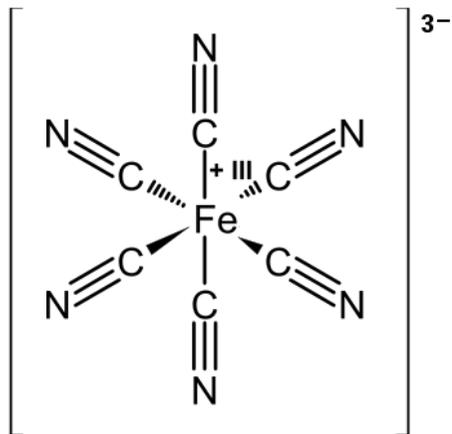
Cyanotype

Le procédé est basé sur l'emploi de deux produits :

Citrate de Fer Ammoniacal $C_6H_{11}FeNO_7$ (Citrate d'ammonium ferrique) **20%**



Ferricyanure de potassium $K_3[Fe(CN)_6]$ (rouge de Prusse) **8%**



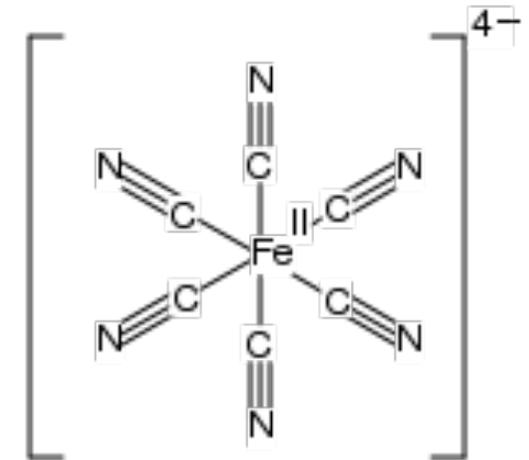
Mélange à 50/50 et étendage sur papier

Cyanotype

Le ferricyanure avec un excès d'ion ferrique Fe^{3+} est transformé en ferrocyanure sous l'action catalysant des ultraviolets

Il se produit un précipité de ferrocyanure ferrique: $\text{KFe}_2(\text{CN})_6$
 $\text{KFe}^{+III}[\text{Fe}^{+II}(\text{CN})_6]$

Ce précipité est très peu soluble dans l'eau et s'attache aux fibres du papier



Le bleu de prusse est magnétooptique, c'est-à-dire que l'état de polarisation de spin des ions fer de ce complexe peut être modifié par un rayonnement lumineux. Pour cette raison, il est envisagé de l'utiliser comme moyen de stockage d'information

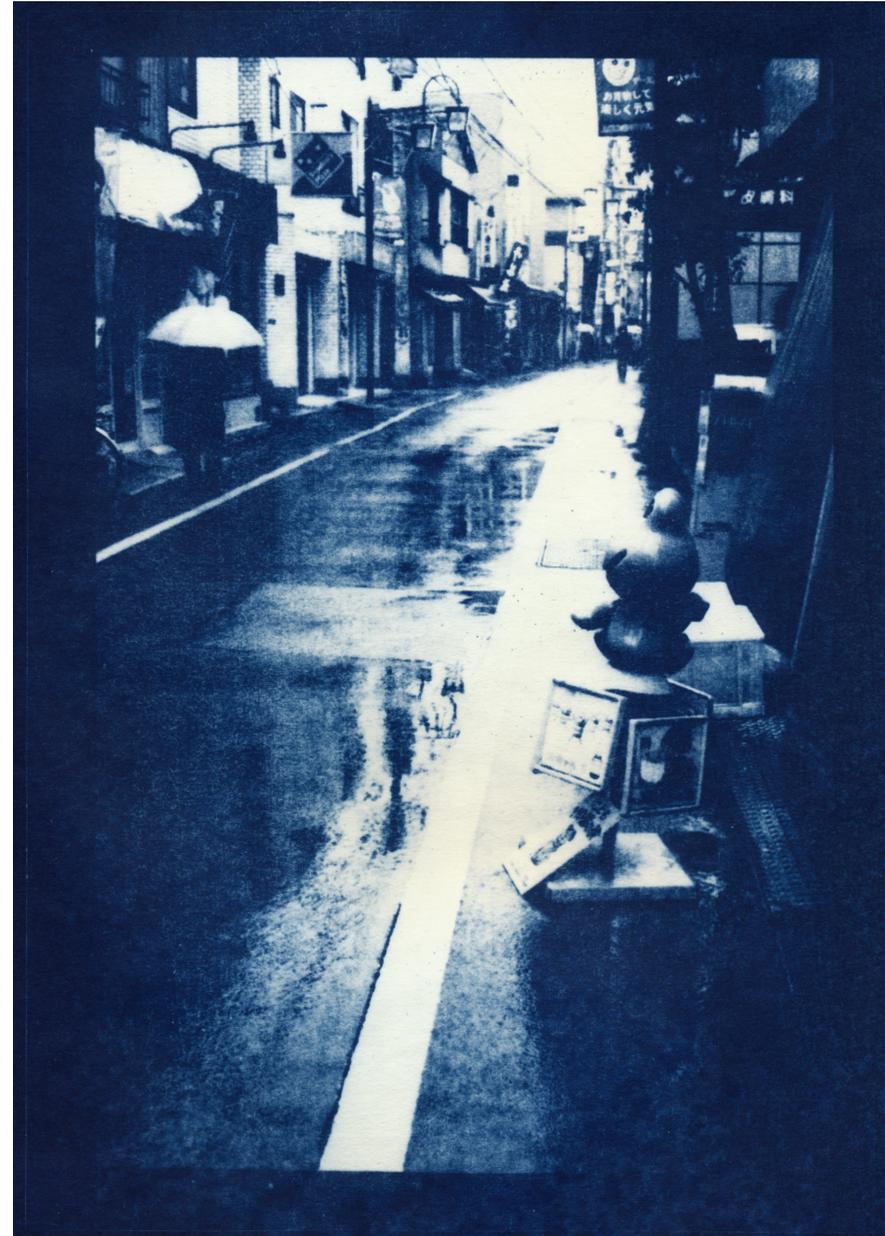
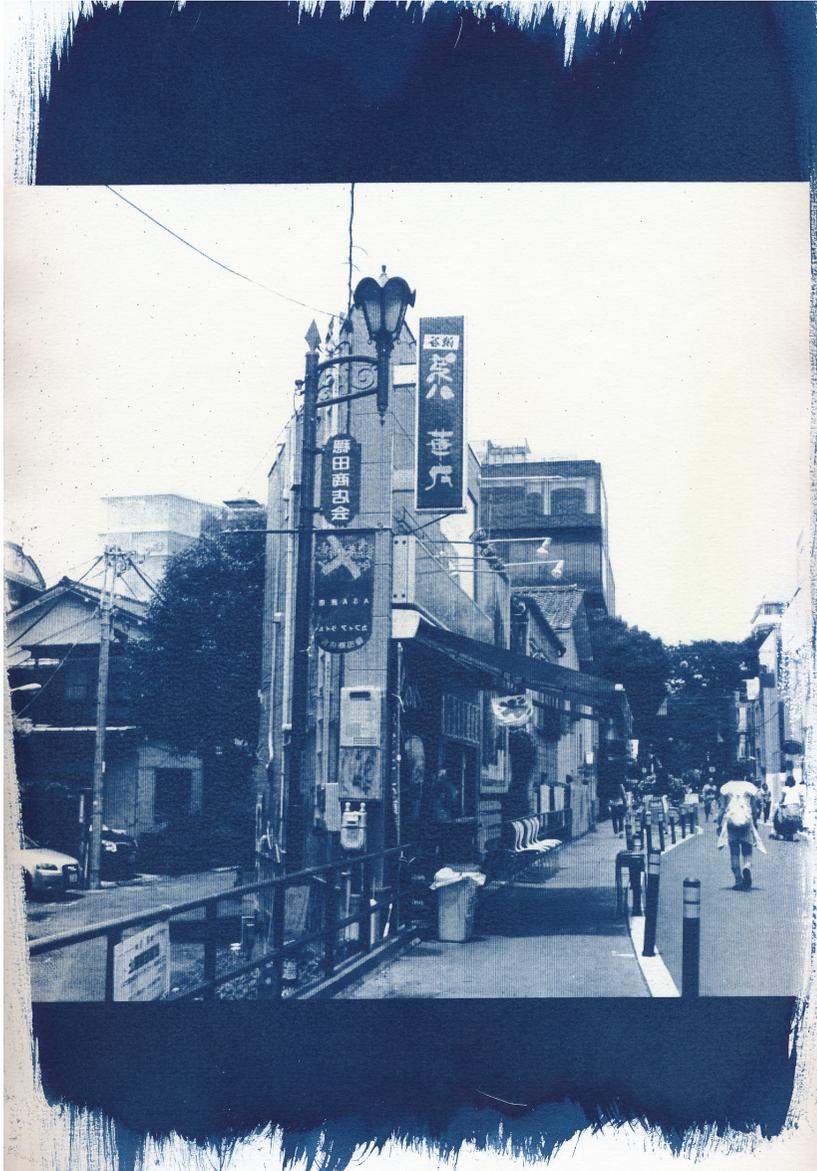
Cyanotype

1842



Cyanotype

1842



1855

Gomme bichromatée

Louis-Alphonse **Poitevin** (1819 –1882) est un photographe et chimiste français.

Inventeur des procédés pigmentaires

Des pigments sont incorporés à un colloïde (gomme ou gélatine)

Addition de bichromate de potassium

Insolubilisation par l'action des ultraviolets

Le bichromate de potassium, est un solide ionique orange de formule $K_2Cr_2O_7$.



Gomme bichromatée

La **gomme Arabique** (E414) est un polysaccharide acide fortement ramifié qui se présente sous la forme de mélanges de sels de potassium, de magnésium et de calcium

Les polysaccharides (Cellulose par exemple) sont des polymères constitués de plusieurs oses liés entre eux par des liaisons O-osidiques.

C'est un exsudat de sève descendante solidifié sur le tronc et au pied des acacias.

Associé au bichromate de potassium il devient photosensible (UV)



Gomme bichromatée

1855

Le procédé à la gomme bichromatée ne permet pas de reproduire fidèlement les nuances de gris.

Plusieurs couches plus ou moins exposées sont nécessaires pour rendre une gamme

Possibilité d'utiliser différentes teintes

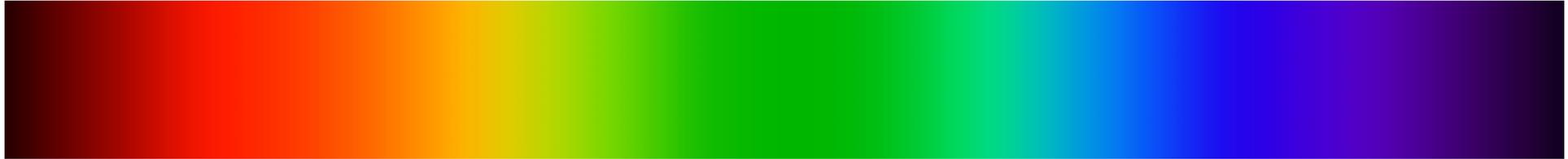
Possibilité de faire de la **couleur** en trichromie



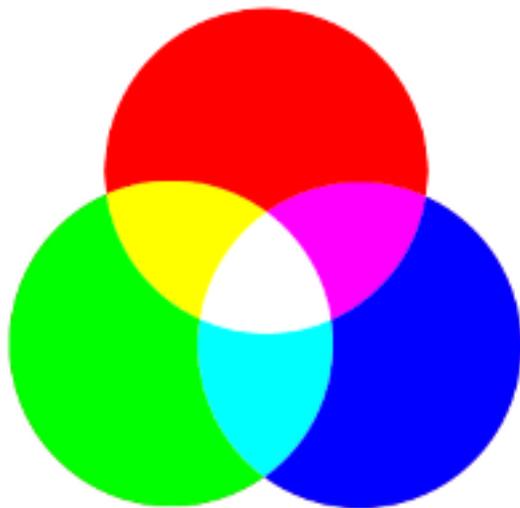
Couleur

1855

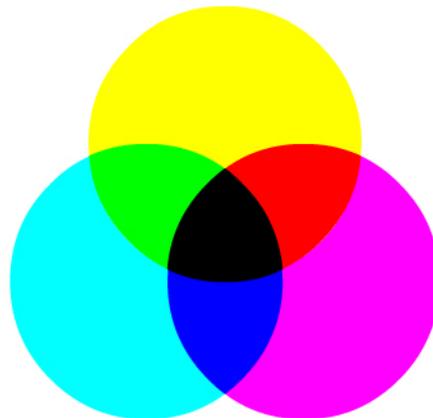
Synthèse des couleurs



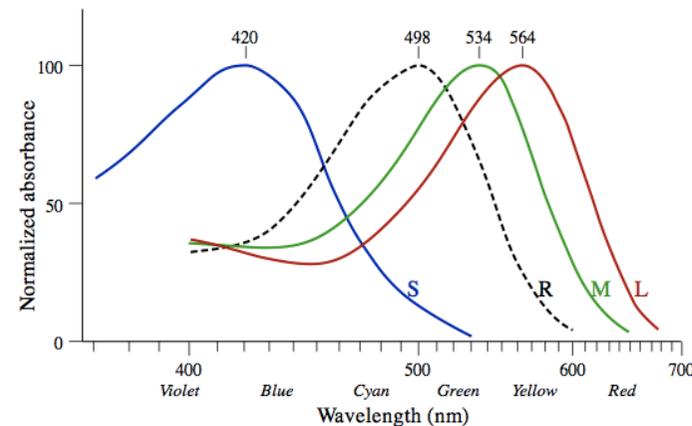
La couleur est la **perception** subjective qu'a l'œil d'une ou plusieurs **fréquences** d'ondes lumineuses



Synthèse additive
Base RVB



Synthèse soustractive
Base CMJ (N)



Trichromie

Décomposition d'une image en RVB

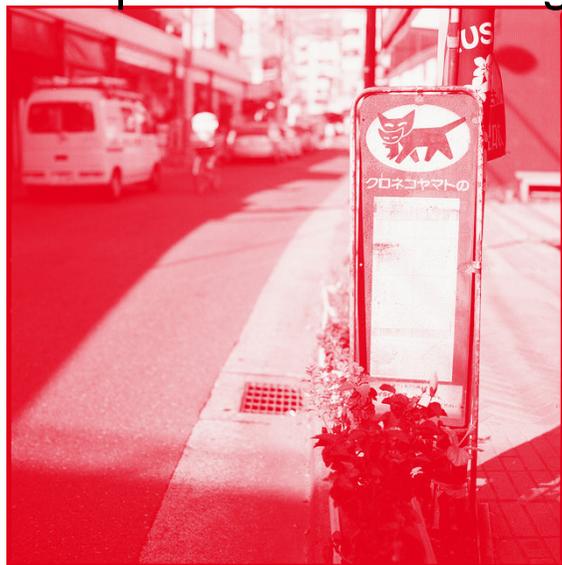
1855



Trichromie à la gomme

1855

Décomposition d'une image en RVB



Cyan



Majenta



jaune

La couche de cyan est fréquemment faite avec un cyanotype

Trichromie à la gomme

1855

Tirage trichrome

Cyanotype + gomme majenta + gomme jaune



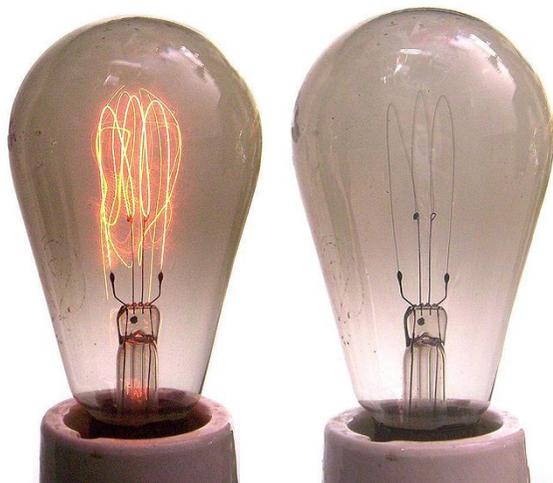
On n'obtient rarement le même résultat.....

1864

Tirage au Charbon

Le tirage au charbon est une technique pigmentaire à base de gélatine.
(Pas de sels d'argent)

Technique brevetée en 1864 par Joseph Wilson **Swan** (1828–1914)
Physicien Britannique connu
pour l'invention de l'ampoule électrique
Avec Edison

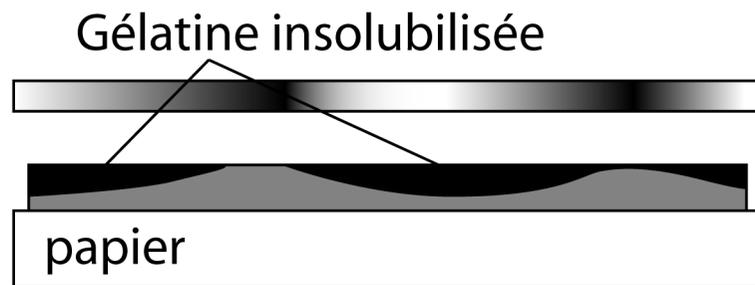
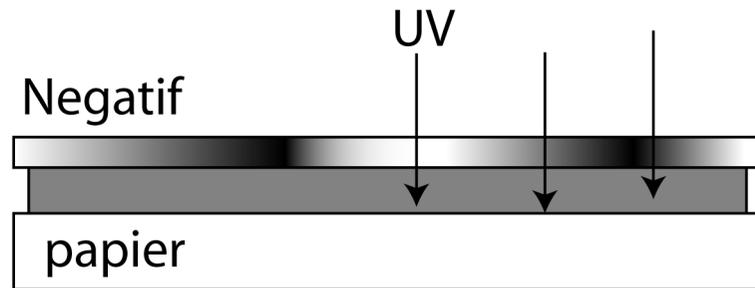
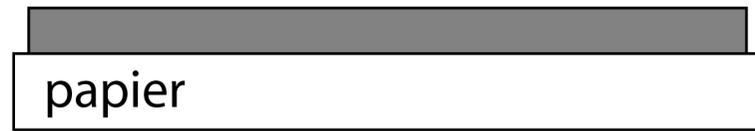


Tirage au Charbon

Description du procédé



Gélatine + Pigment + Bichromate de potassium

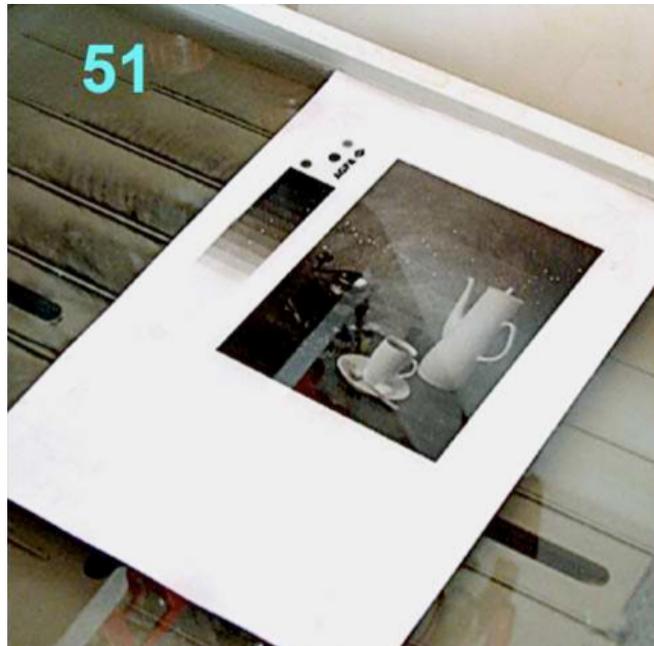


Tirage au Charbon

Description du procédé



Gélatine tannée



Tirage au Charbon

1864



L'autochrome des frères Lumière ¹⁹⁰³

Auguste et Louis Lumière (1862/1954)
(1864/1948)

Ingénieurs français

Inventeurs du **cinéma**

Inventeurs de la **photographie Couleur**

Inventeurs du cinéma en relief

196 brevets

Rien que ça.....

Leur château est situé près de leurs
anciennes usines, dans le 8^e
arrondissement de Lyon



L'autochrome

1903



Le procédé de l'autochrome a été breveté le 17 décembre 1903

L'autochrome

1903

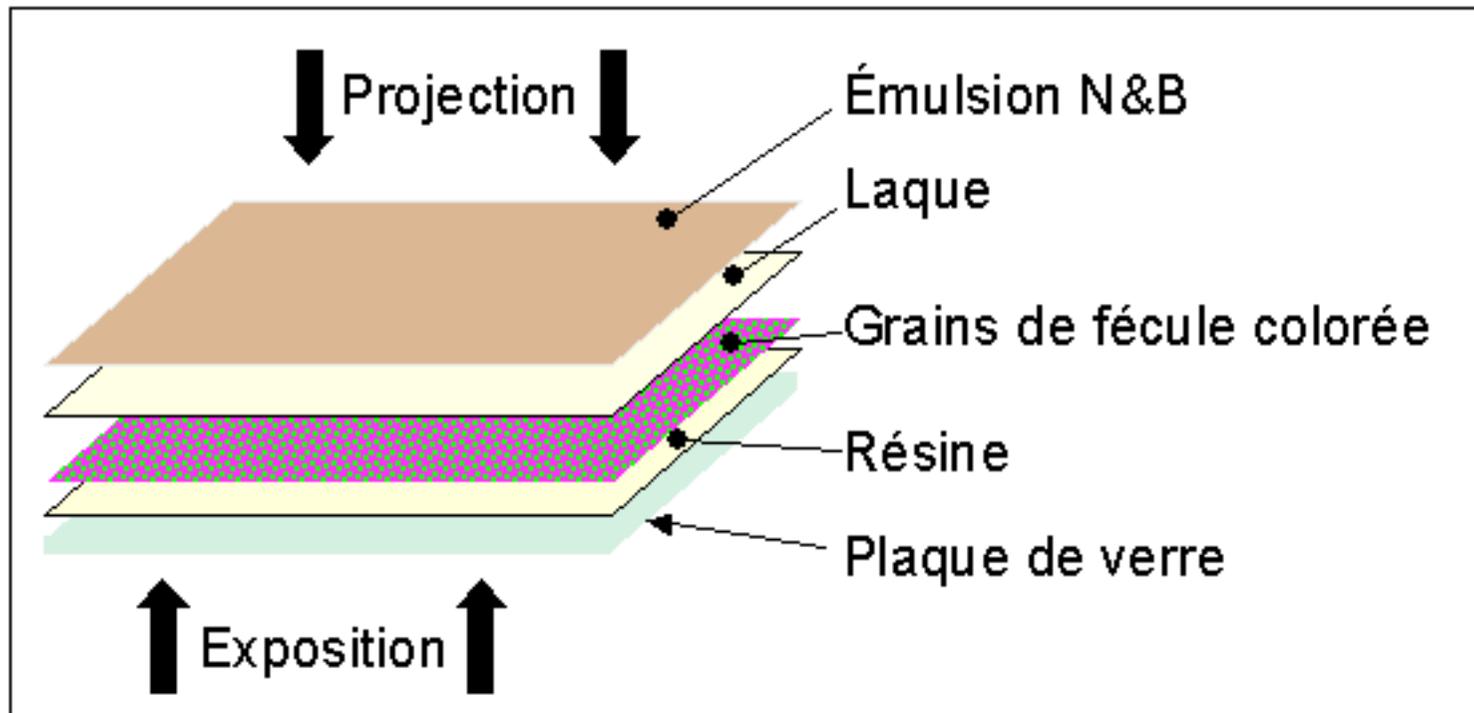


utilisé entre 1907 et 1932 environ
6 000 plaques d'autochromes par jour, 50 millions de clichés au total.

L'autochrome

1903

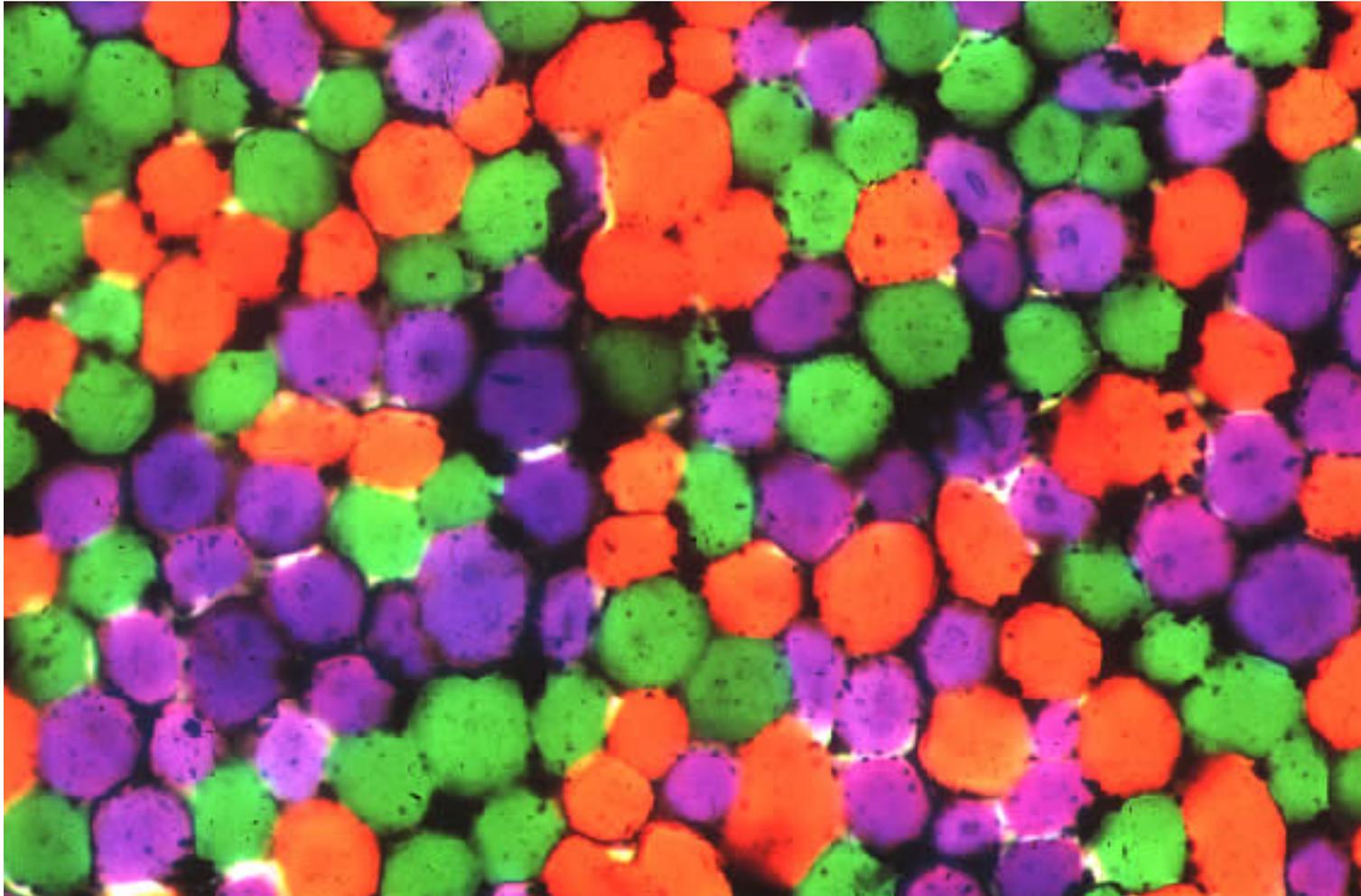
C'est d'abord la synthèse additive des couleurs
Il faut donc des couches colorées qui seront
obscurcies (ou pas) avec des cristaux d'argent.



L'autochrome

1903

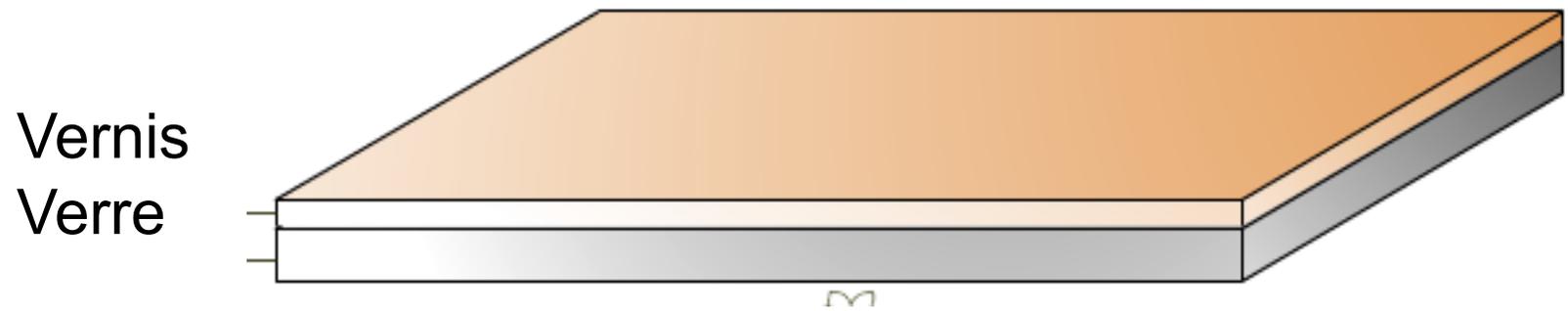
La fécula de pomme de terre



L'autochrome

1903

Description du procédé



L'autochrome

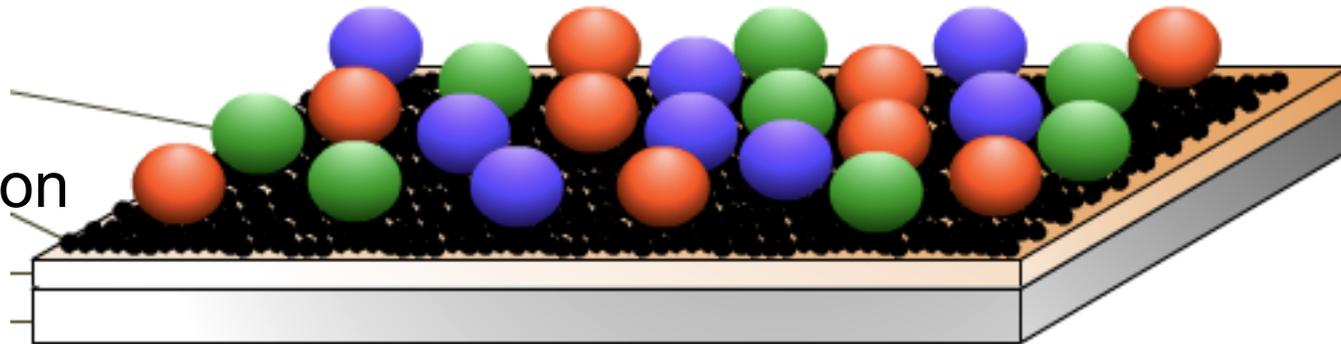
1903

Description du procédé



Poudrage des
fécules de
pomme de terre
teintées

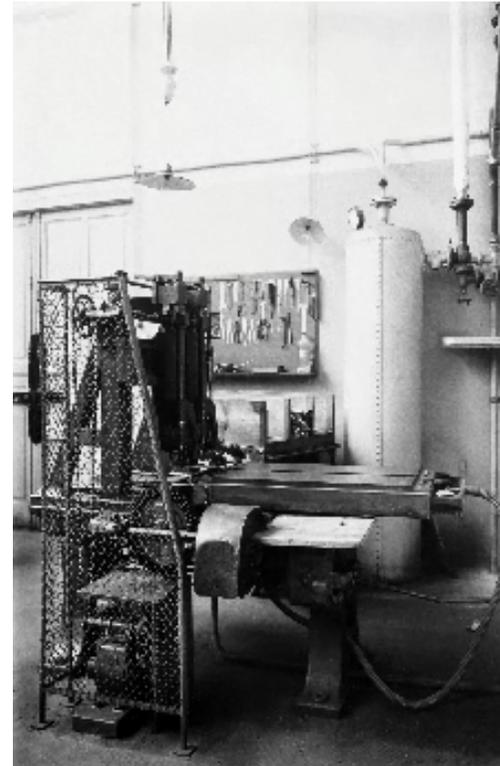
Noir de charbon



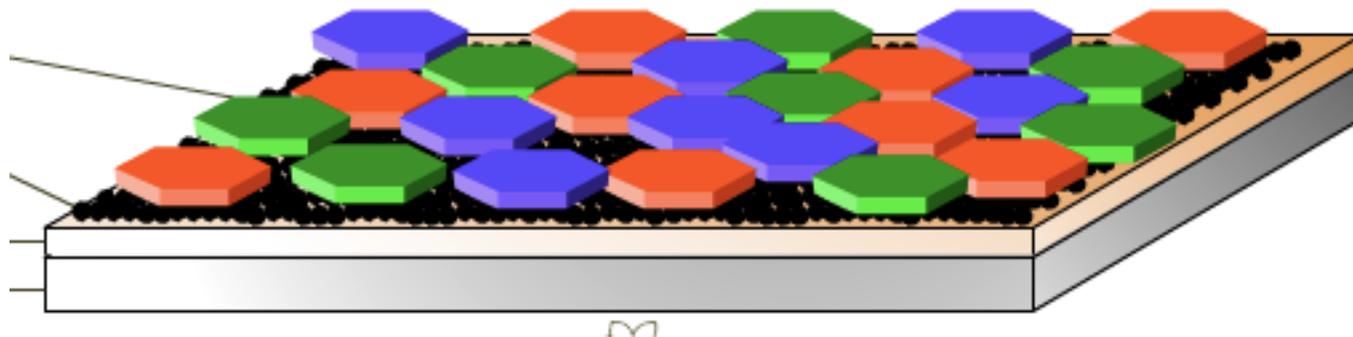
L'autochrome

Description du procédé

Laminage à la presse :
écrasement des fécules



1903

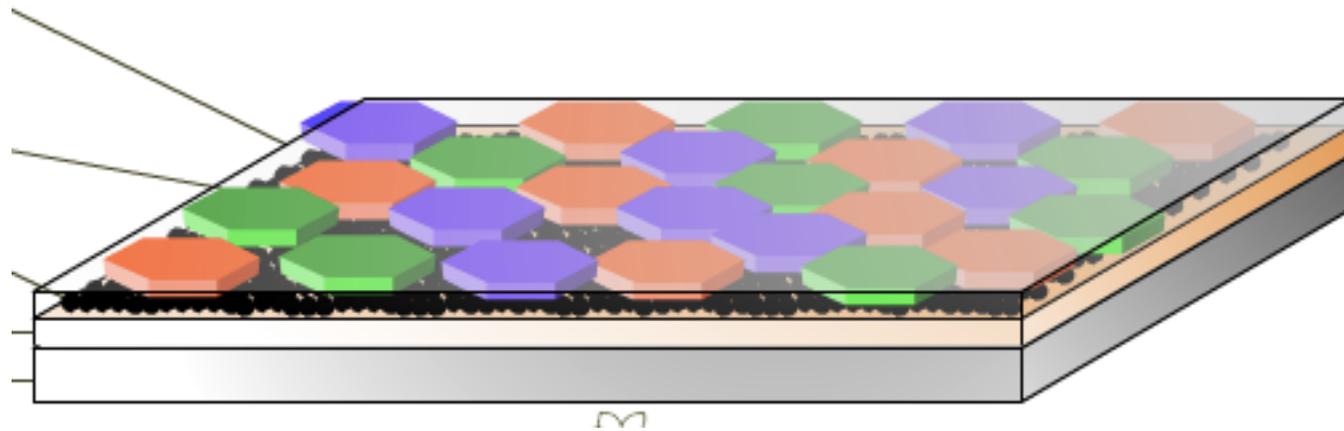


1903

L'autochrome

Description du procédé

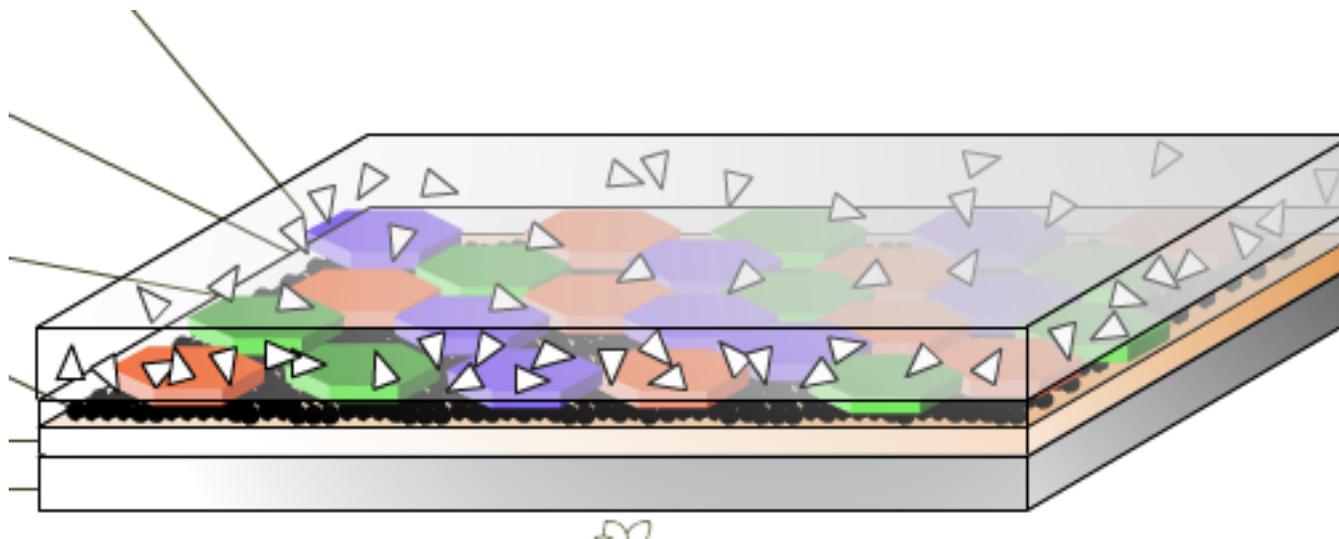
Vernis



L'autochrome

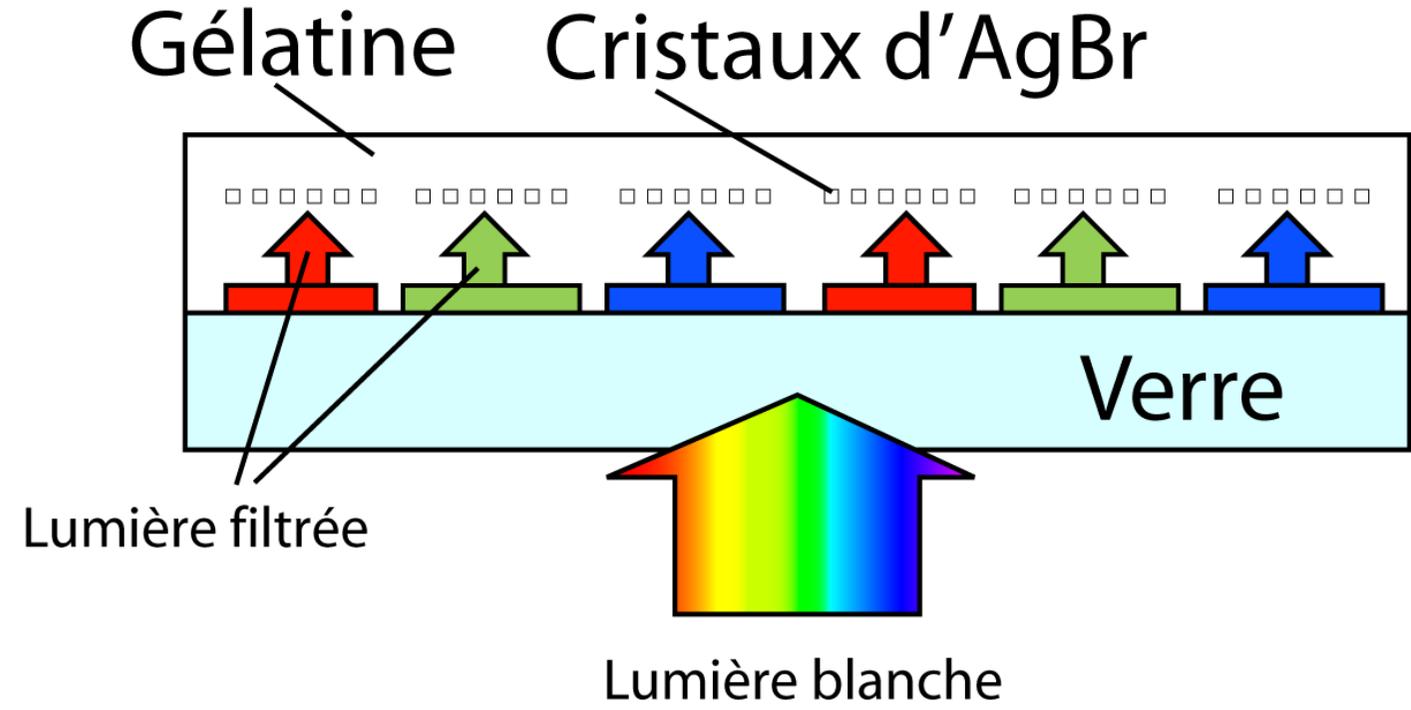
Description du procédé

Etallement d'une couche de gelatino bromure d'argent photosensible

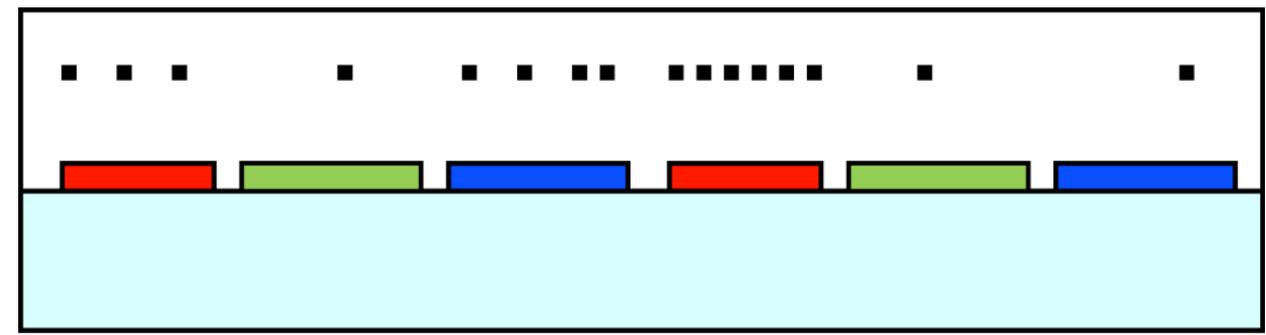


1903

L'autochrome



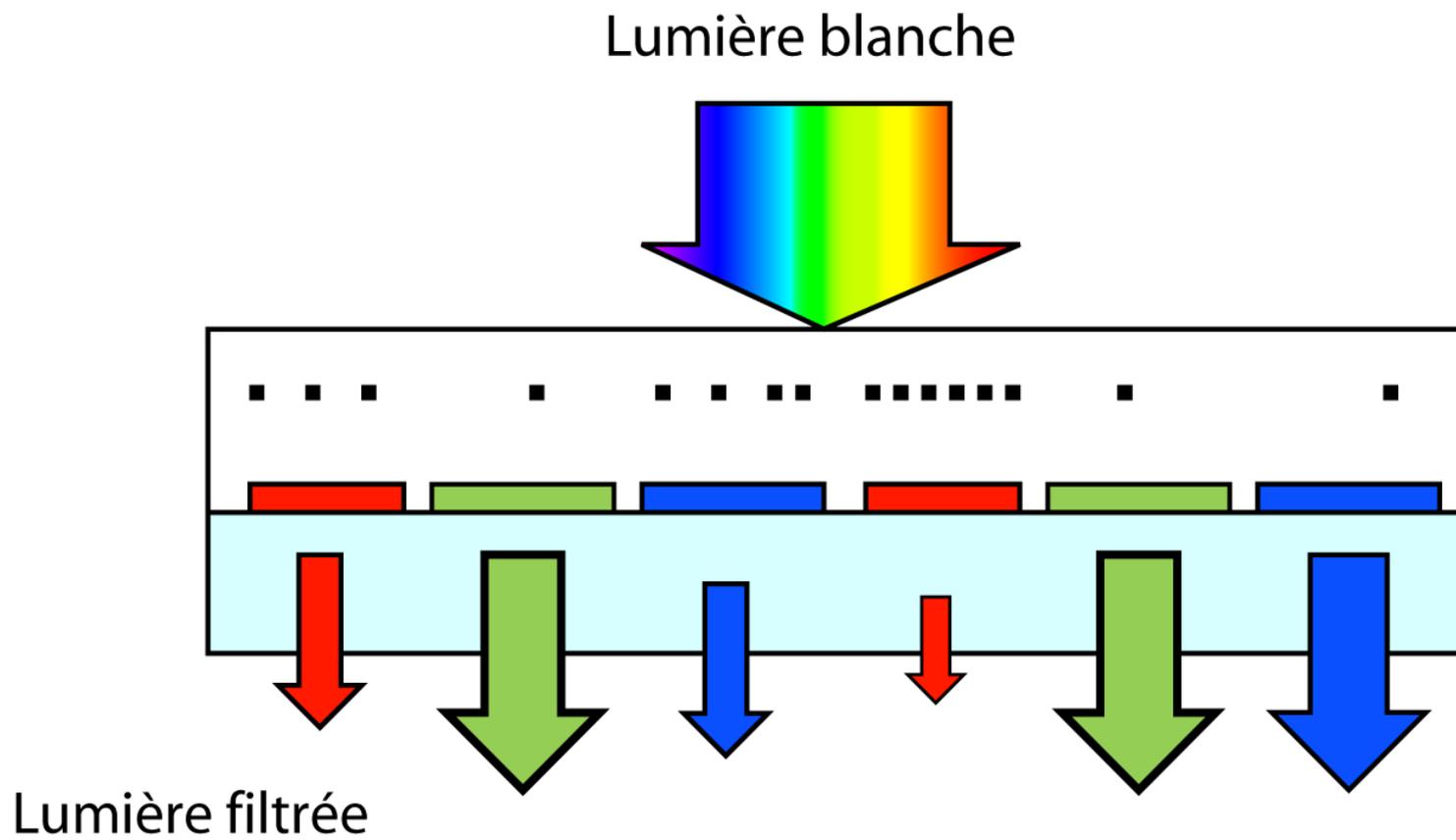
Après développement



1903

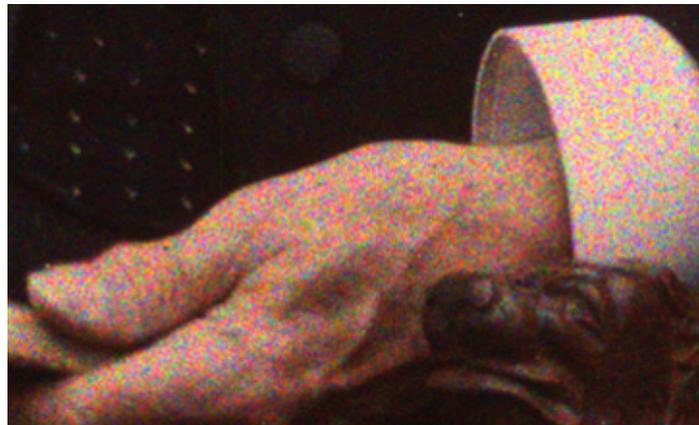
L'autochrome

Observation



1903

L'autochrome



1935

Le Kodachrome

Le Kodachrome est un film **inversible** couleur qui fut produit par la firme américaine Kodak de 1935 jusqu'en juin 2009.

Les débuts du cinéma couleur.

Diapositive

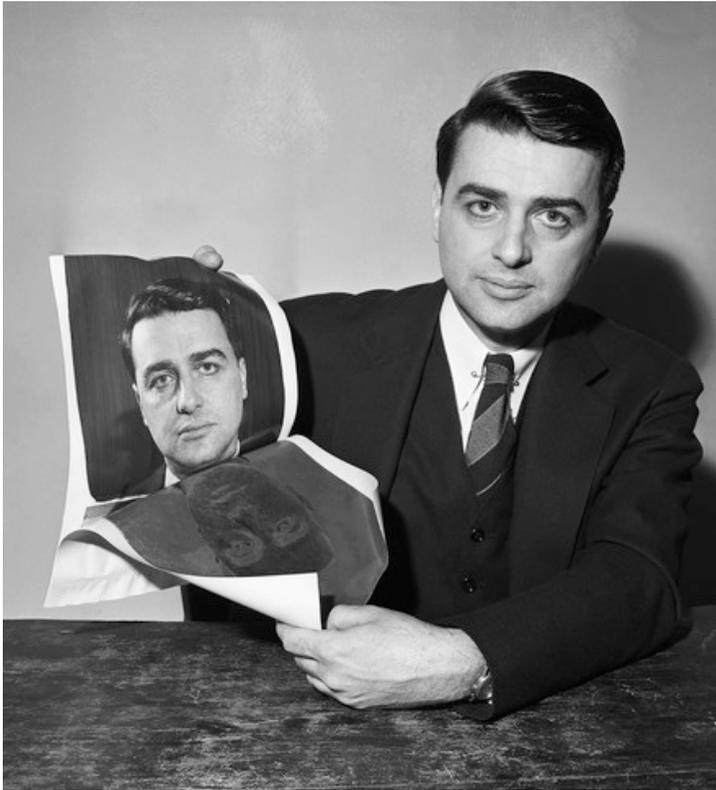


1948

Le polaroïd

Edwin H. Land (1909 -1991) inventeur et scientifique américain.
Invention de la photographie instantanée, le polaroïd

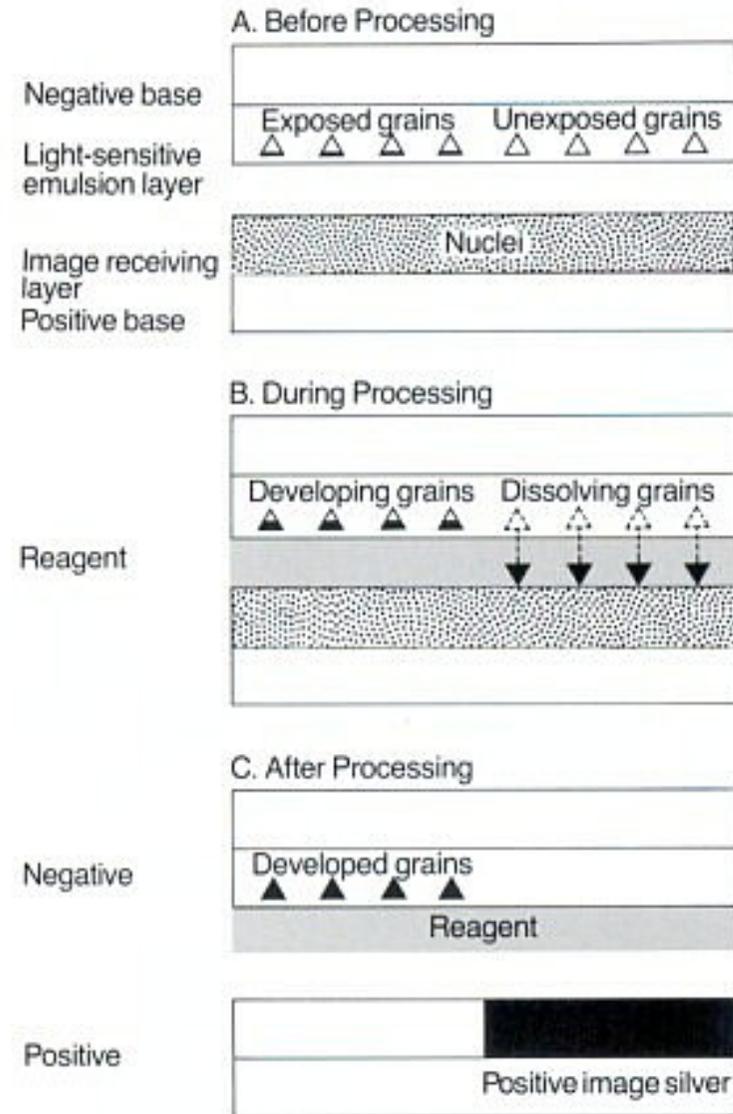
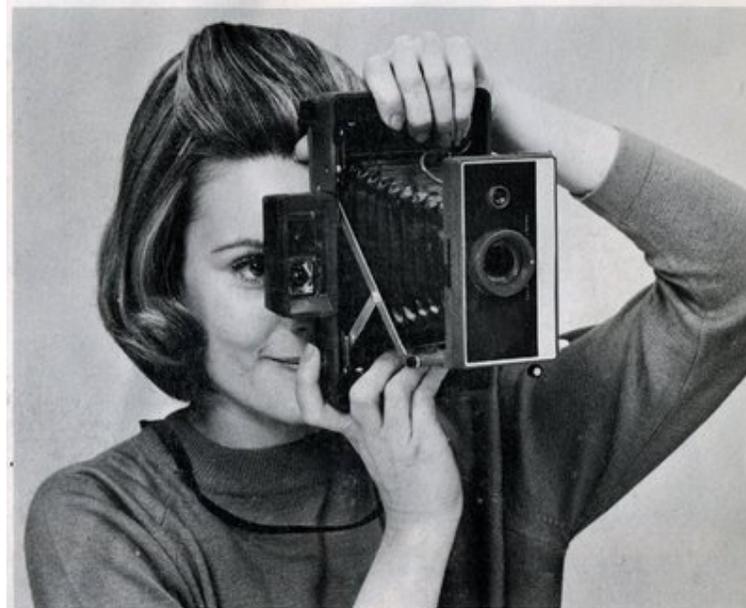
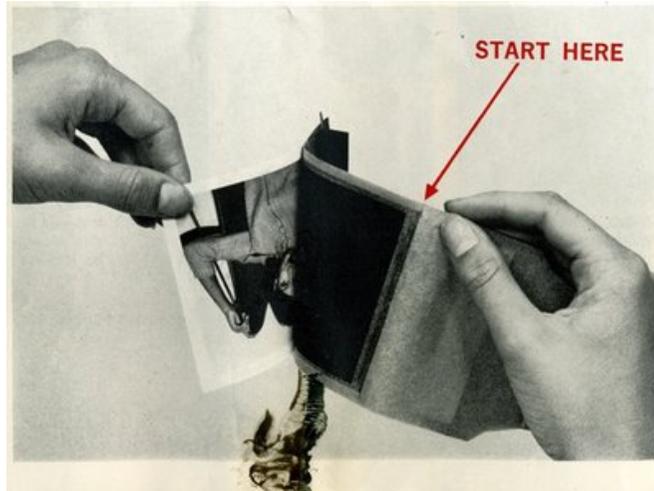
- Film instantané : **1948**
- Polacolor : **1963**
- SX-70 : **1972**



Le polaroid

1948

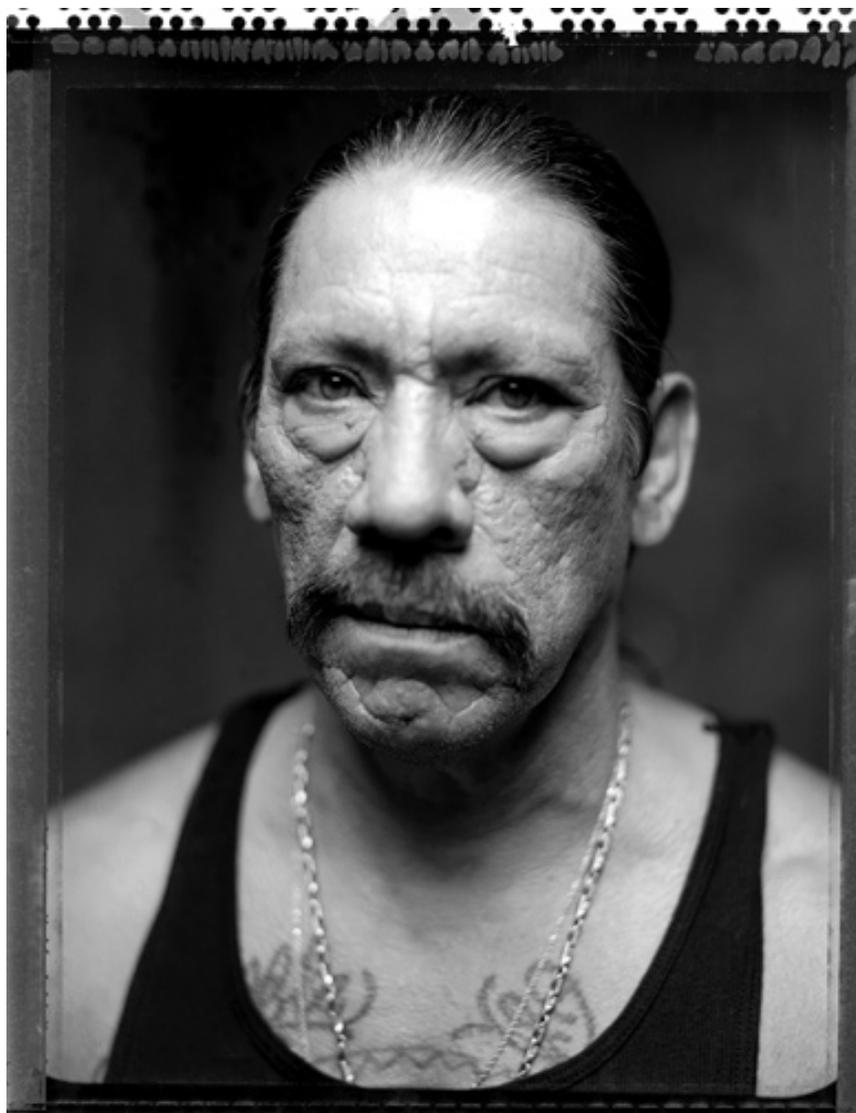
Film instantané noir et blanc pelliculable



Le polaroïd

1948

Polaroïd 55 à négatif récupérable

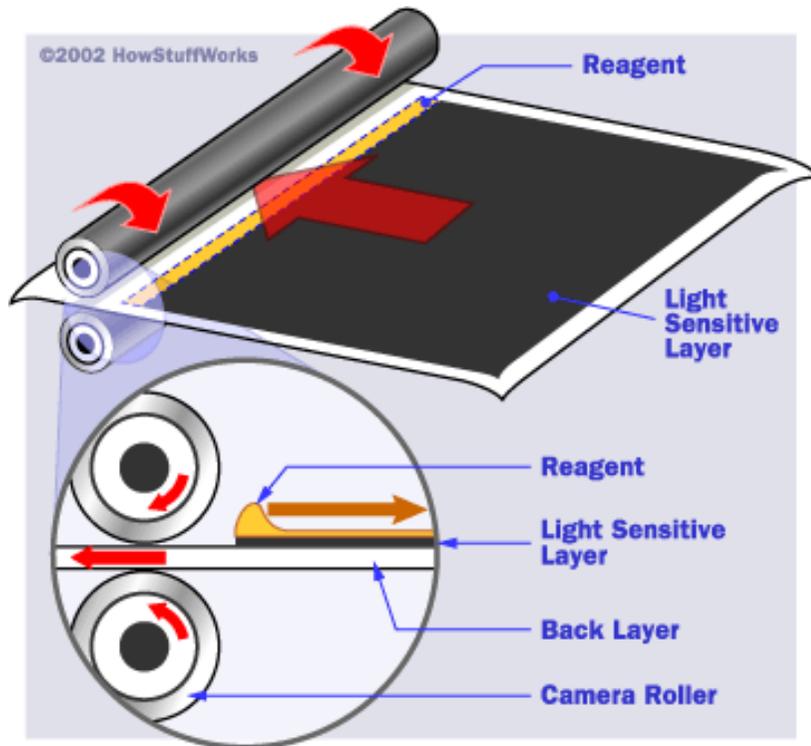
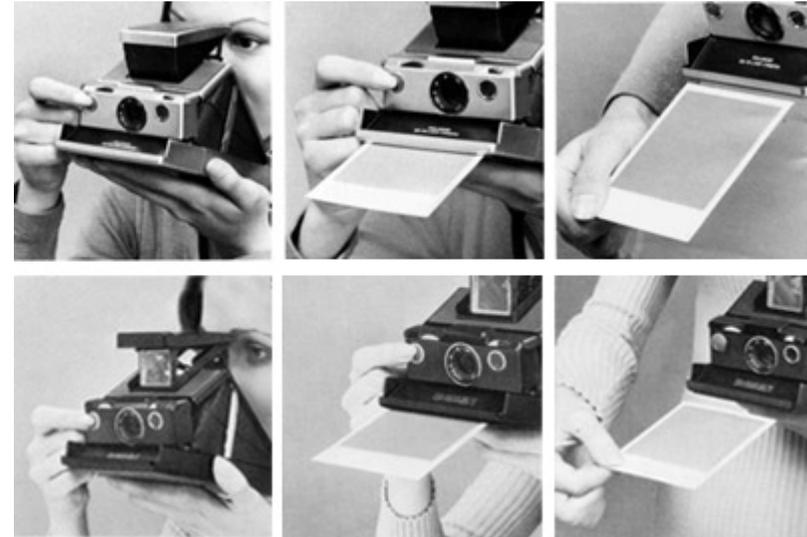


Le polaroid

Film couleur intégral

Le film est en un seul morceau
Après le cliché il sort tout seul
Et l'image apparaît en qq minutes

1972



Le film est composé de deux couches superposées
Et d'une poche à réactif qui est écrasée et répandue entre les deux couches du film quand le pack est laminé entre les rouleaux.

1972

Le polaroid

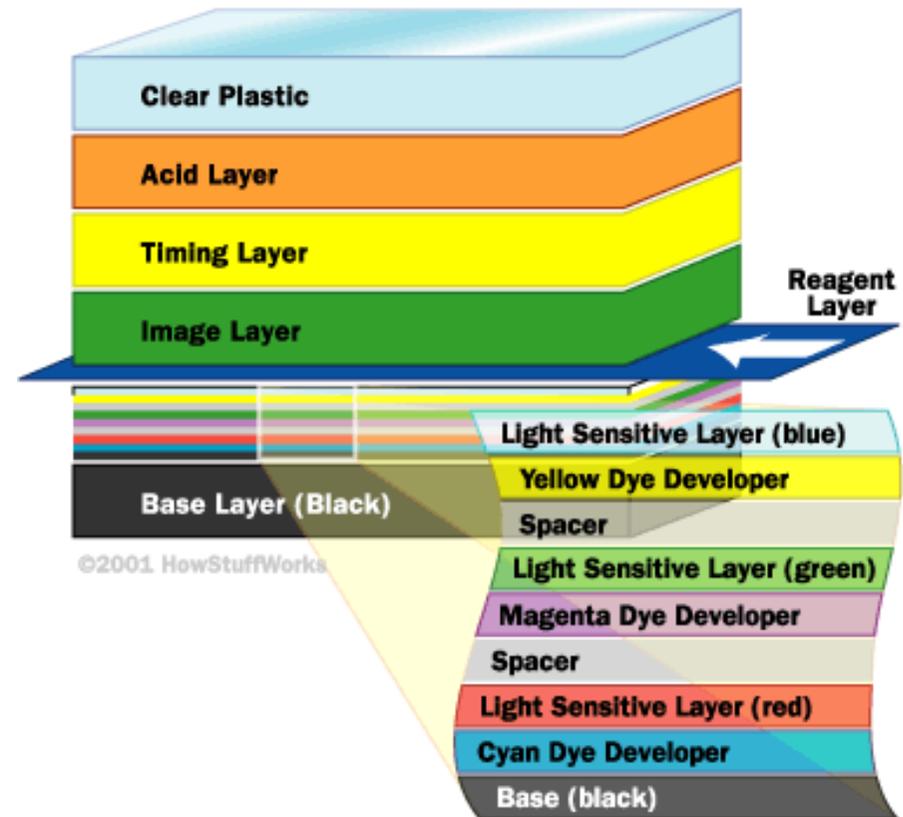
Film couleur intégral

Immédiatement en sortant le film est opacifié pour protéger les couches inférieures de la lumière

Les cristaux d'Ag se lient aux colorants en les empêchant de diffuser.

Aux endroits peu insolés, les colorants diffusent dans la couche image

Au bout d'un moment la couche opacifiante est dissoute pas la couche acide, l'image apparaît



1972

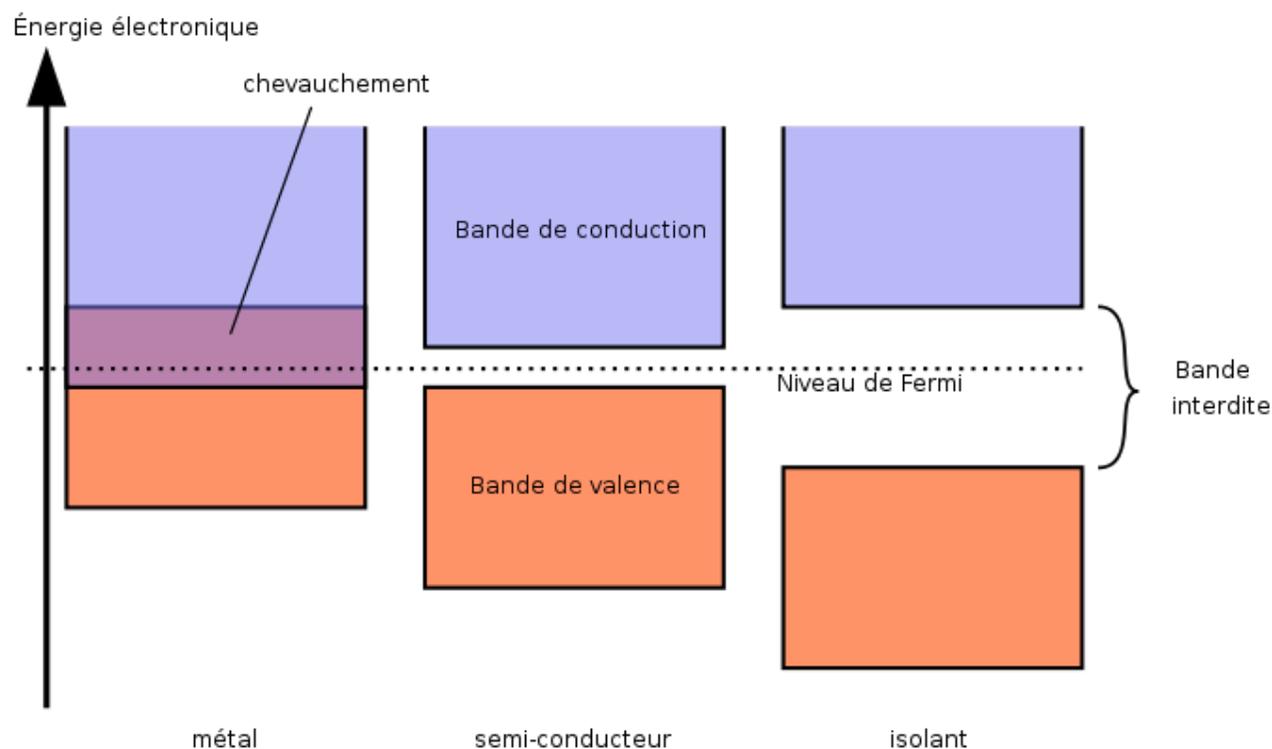
Le polaroid

Film couleur intégral



La photo numérique

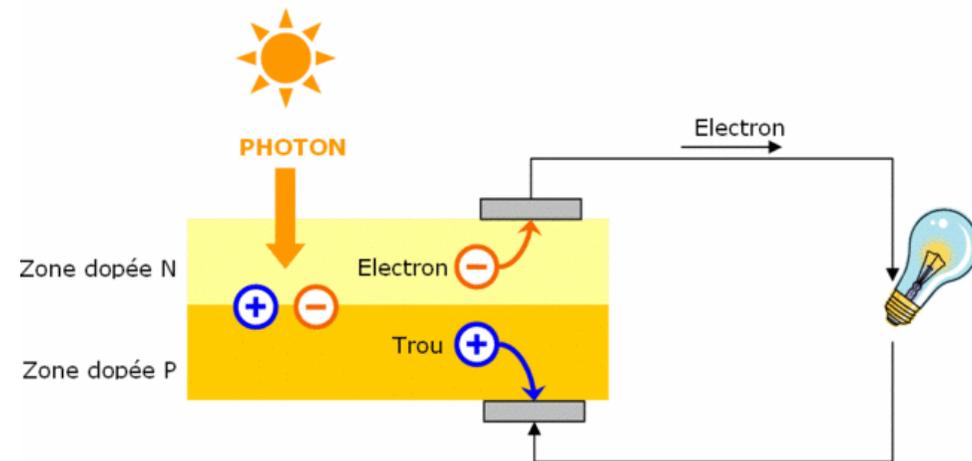
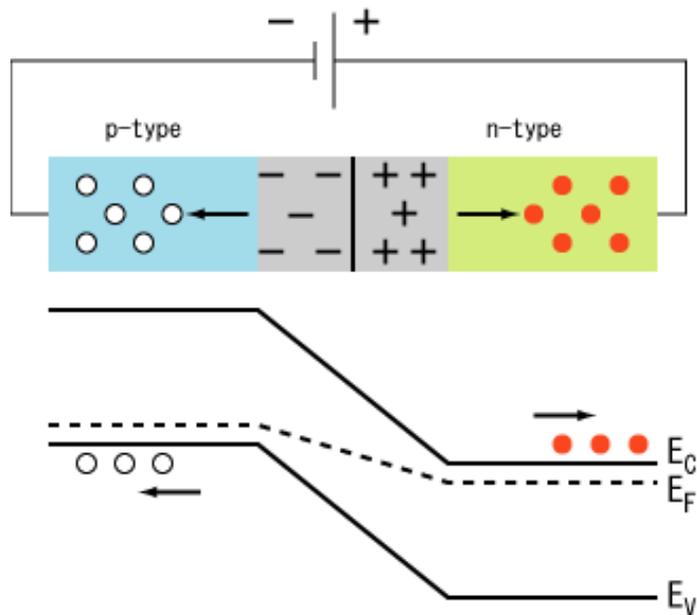
Pour faire un appareil photo numérique il faut d'abord un détecteur en **semiconducteur**. Un matériau avec une **bande interdite**



Le dopage du semi conducteur permet de modifier la position du niveau de fermi par rapport aux bandes

La photo numérique

Si l'on crée une différence de dopage dans un semiconducteur on obtient une **Jonction**, dans laquelle réside un champ électrique



Un photon, absorbé dans cette jonction va créer une paire électron-trou qui va être séparée par le champ et donc un **courant électrique**.

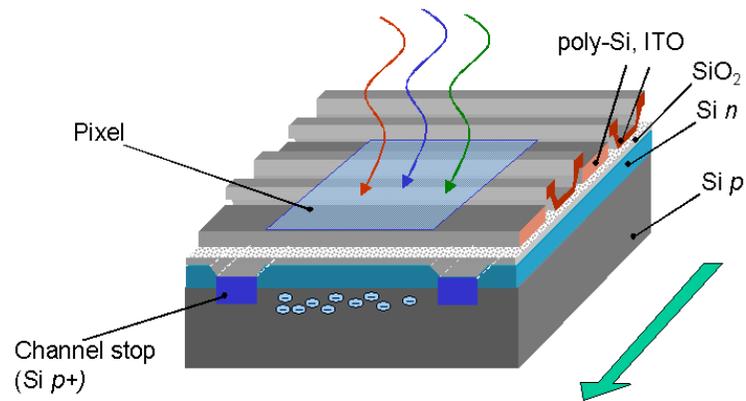
L'énergie des photons doit être au moins égale au gap.

1,12 eV pour le silicium

Les CCD

1982

Comment extraire le signal d'une matrice de points?
1969 : George Smith et Willard Boyle inventent le premier capteur **CCD** (Charge Coupled Devices)



Full-Frame CCD Architecture

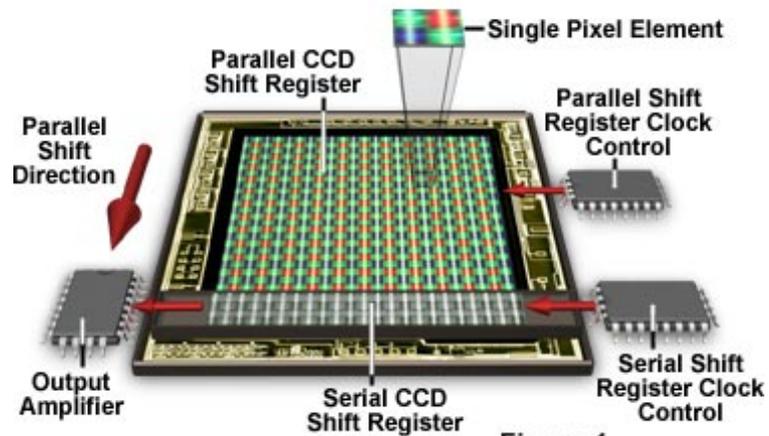
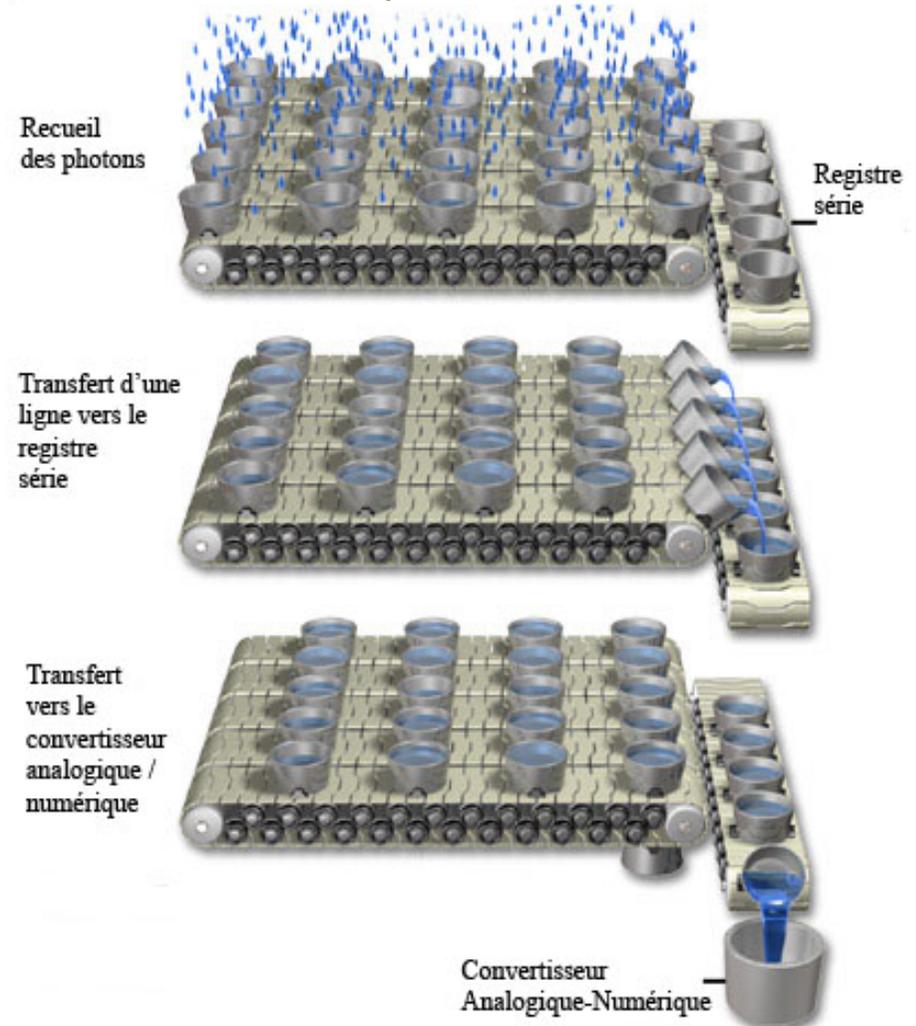
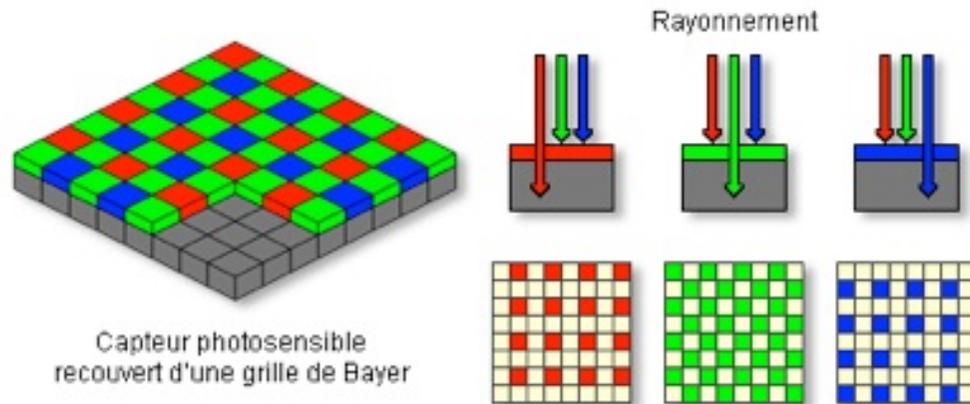


Figure 1



Les CCD

Et la couleur?



Une matrice de bayer (filtres teintées)
est ajoutée à la surface des photosites

Problèmes : il y a plus de vert que de
bleu et rouge !!

Recomposition de l'image



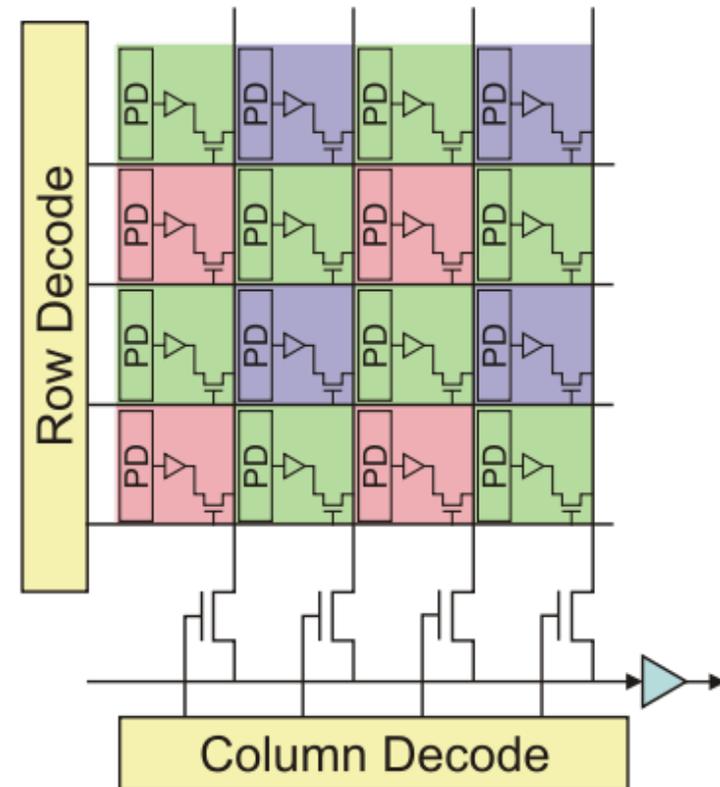
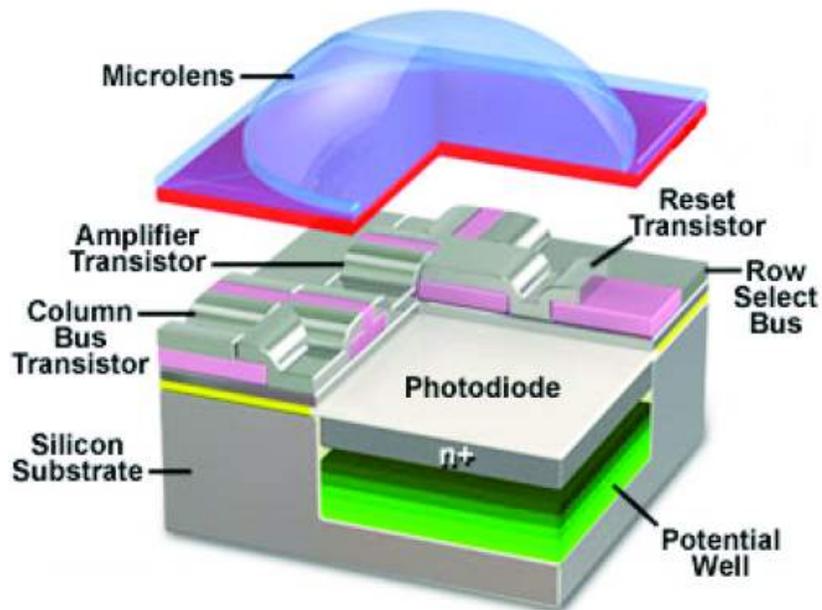
Le CMOS APS

CMOS = Complementary Metal Oxyde Semiconductor

C'est la filière de l'électronique logique (micro processeurs et RAM) : Transistor / Portes logiques NAND

APS = active pixel sensor

Anatomy of the Active Pixel Sensor Photodiode



Le signal d'un photosite n'a plus à transiter par tous les autres photosites.

1982

Les APN

1982 : Kodak, Sony

Stockage sur bande magnétique, disquette



1982

Les APN

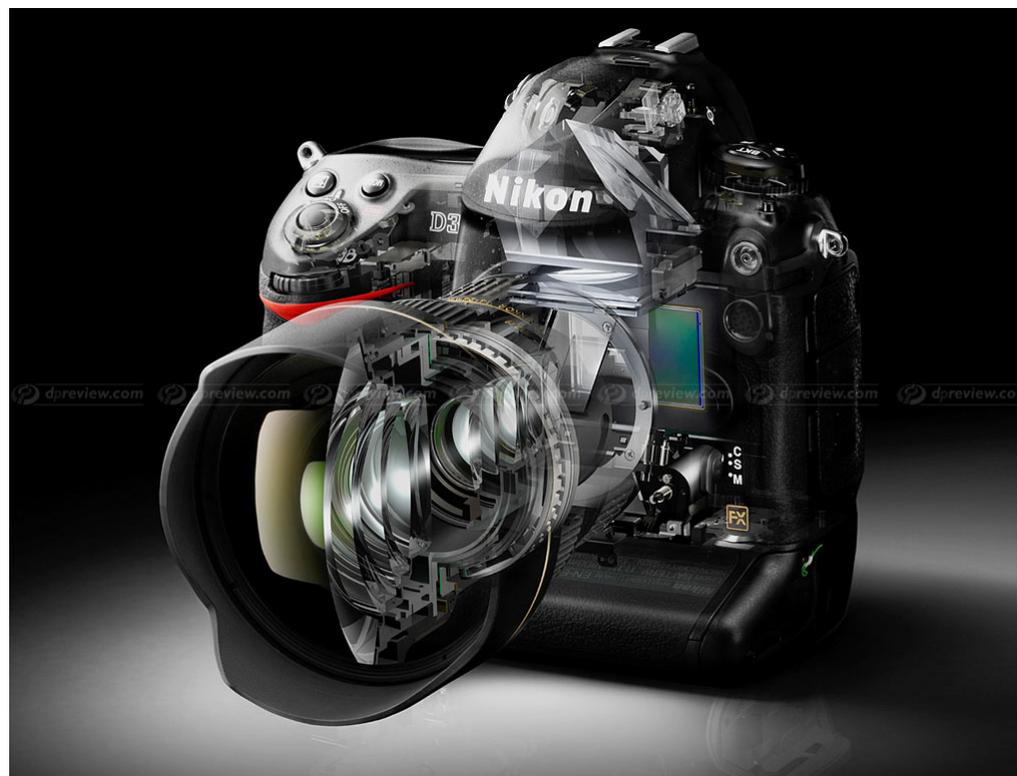
Kodak, Sony, Nikon, Canon, Pan
Pentax.....



2011

Les DSLR

Kodak, Sony, Nikon, Canon, Panasonic, Sigma, Ricoh, Pentax.....



Ressources

Forums :

www.disactis.com

<http://h0lg4.org/>

<http://www.alternativephotography.com/>

<http://www.polaroid-passion.com/>

Artistes :

Mike Ware www.mikeware.co.uk/

Quinn Jacobson <http://studioq.com/>

Erick Mengual <http://www.erickmengual.com/>

Laboratoire photo de l'UMII

Contact charlot@ies.univ-montp2.fr