

Du phénakistoscope au cinématographe *un moment de physique amusante*

par Gérard BORVON
Lycée de l'Elorn - 29220 Landerneau

Le 28 décembre 1895 à Paris, Boulevard des Capucines, au sous-sol du Grand-Café, les frères Lumière présentent l'invention qu'ils ont fait breveter le 13 février de la même année sous le nom de Cinématographe. Cette première séance consacre le mariage de deux techniques mûries tout au long du XIX^e siècle : celle de la photographie et celle de la restitution visuelle du mouvement.

Nous ne ferons ici que survoler l'histoire de la photographie. Sa naissance officielle en France date de 1839⁽¹⁾, dix ans après que Niepce et Daguerre aient décidé par contrat d'associer leurs travaux. Après la brève mode des daguerréotypes⁽²⁾, celle des calotypes⁽³⁾, après le succès du collodion⁽⁴⁾ et des négatifs sur verre, vient le temps des films de nitro-cellulose recouverts d'une couche sensible au gélatino-bromure d'argent commercialisés sous la marque Kodak par Georges Eastmann (1889). L'instantané photographique est enfin à la portée des plus habiles manipulateurs qui peuvent réduire les temps de pose à des valeurs inférieures au 1/500 de seconde. Le moyen existe donc de figer les instants insoupçonnés de mouvements aussi rapides que celui d'un cheval au galop ou d'un oiseau en vol.

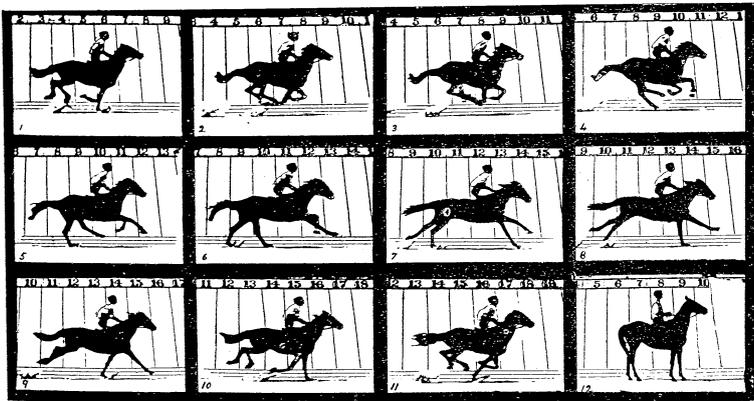
FIGER LES MOUVEMENTS

Deux hommes cherchent à percer ces moments secrets : le Français Jules Marey (1830-1904) et l'Américain Eadweard Muybridge (1830-1904).

Jules Marey est médecin, membre de l'institut célèbre pour ses recherches sur les rythmes vitaux, celui du cœur, celui de la respiration, ainsi que pour ses études de la locomotion animale. Ayant adapté aux sabots d'un cheval des coussins pneumatiques reliés aux styles d'un appareil enregistreur, il parvient à noter la succession exacte des différents appuis des sabots sur le sol ainsi que leur durée. A cette

occasion il découvre une attitude ignorée du quadrupède reposant sur un seul pied avant à l'occasion du galop. Sceptique face à ce résultat un riche éleveur de Californie, M. Stanford, confie à Eadweard Muybridge déjà connu pour ses séries d'instantanés le soin de vérifier photographiquement le phénomène.

La série de photographies réalisée par Muybridge est publiée en France par la revue «La Nature» dans son numéro du 14 décembre 1878. Les meilleurs pur-sang américains ont servi de modèle pour le pas, le trot ou le galop. La dernière série en particulier constitue une véritable prouesse. Elle reproduit la succession des temps de l'allure du célèbre «Sallie Gardner» au grand galop de course, fendant l'espace à une vitesse de vingt mètres par seconde. Les figures 1.8 et 1.9 étonnent par cet appui prolongé sur une seule jambe qui confirme les enregistrements effectués par Marey.



Figures 1.8 et 1.9 : *Un surprenant appui prolongé sur une seule jambe* (revue «La Nature» 1878).

Chacun s'interroge sur la technique utilisée. Bien que demandant beaucoup d'espace et une longue préparation, la méthode est pourtant simple. L'animal dont on photographie le mouvement passe sur une piste tendue de fils très fins. Chaque fil en se rompant au passage de l'animal provoque la fermeture d'un circuit électrique qui, par le relais d'un électroaimant, commande l'obturateur d'un appareil photographique. La figure 2 montre le hangar où se trouvent disposés côte à côte vingt-quatre appareils photographiques qui se déclenchent successivement au passage, par exemple, d'un cheval lancé au galop sur la piste.

Le mur opposé est recouvert d'une toile blanche garantissant le contraste des épreuves.

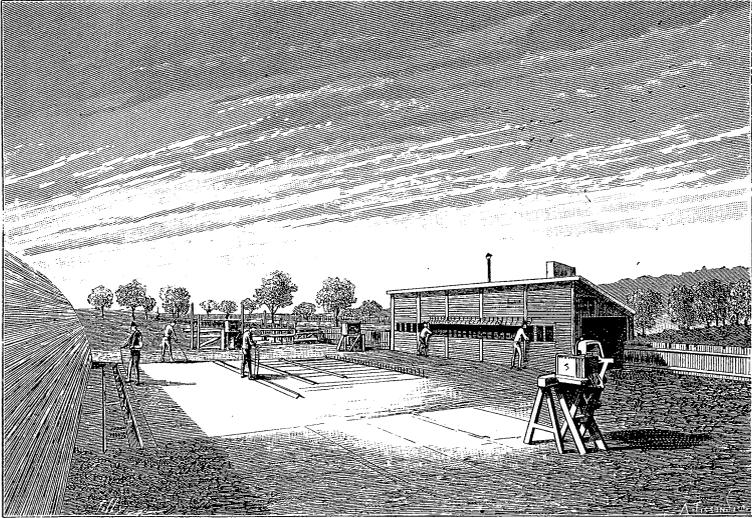


Figure 2 : Disposition de la piste et du hangar contenant les vingt-quatre objectifs photographiques pour la photographie instantanée des animaux ou de l'homme en mouvement.

Une première méthode de chronophotographie qui ne demande qu'un peu d'espace (revue «La Nature» 1878).

Le résultat comble Marey qui s'empresse d'exprimer son admiration pour un document dont la valeur esthétique n'est pas moindre que la valeur scientifique. Lui même se promet de confectionner un «fusil photographique» à répétition analogue au «revolver astronomique» déjà utilisé par l'astronome Janssen pour enregistrer les différentes phases de Vénus. En septembre 1881 Muybridge est en visite à Paris où il présente sa collection de clichés instantanés. Avec le cheval à diverses allures il expose des hommes se livrant à différents exercices : le saut, la course, l'escrime, la lutte, etc.

Stimulé, Marey consacre l'hiver à son projet et en avril 1882 il est en mesure de publier la série de photographies d'une mouette en vol réalisée au moyen de son «fusil». Celui-ci, de la dimension d'un fusil de chasse prend douze images par seconde (voir figures 3 et 4), chacune n'exigeant qu'un temps de pose de 1:720 de seconde. Avec cet appareil Marey fixe également le mouvement de chevaux, d'ânes, de chiens,

d'hommes à pied ou sur des vélocipèdes mais il ne donne pas suite à ces expériences qui, dit-il, «entrent dans le programme que M. Muybridge remplit avec tant de succès». Pour sa part il se consacrera à l'étude du mécanisme du vol aussi bien chez les oiseaux que chez les insectes. La «chronophotographie» n'est encore pour le moment qu'un outil scientifique, un outil «sérieux», plus de dix ans seront nécessaires pour la faire passer du laboratoire à la salle de spectacle.



Figure 3 : Mode d'emploi du fusil photographique.
Le fusil photographique de Marey (revue «La Nature» 1882).

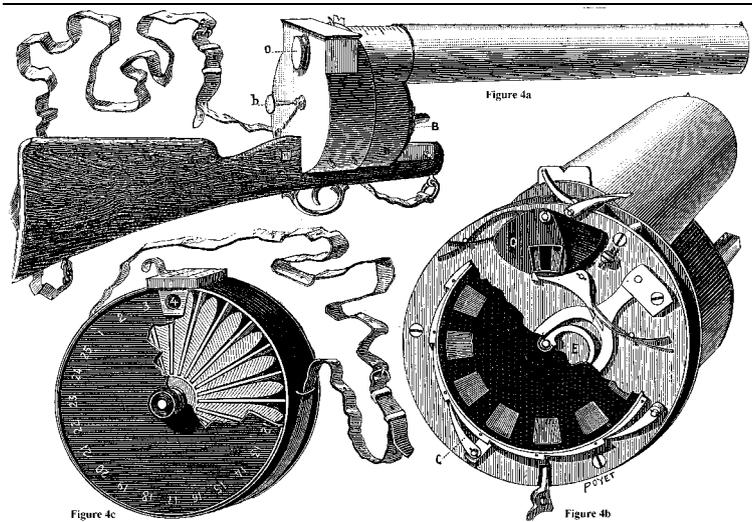


Figure 4a : Vue d'ensemble de l'appareil.

Figure 4b : Vue de l'obturateur et du disque à fenêtre.

Figure 4c : Boîte contenant vingt-cinq plaques sensibles.

LES MOUVEMENTS RESTITUÉS

Il aura fallu d'abord résoudre le problème de la restitution du mouvement. Fort heureusement la technique est prête depuis déjà longtemps. En 1829, l'année même de la rencontre entre Niepce et Daguerre, le belge Joseph Antoine Plateau (1801-1883) soutenait à Liège une thèse de doctorat ès sciences intitulée «Dissertation sur quelques propriétés produites par la lumière sur l'organe de la vue». Il y étudie en particulier la persistance des images sur la rétine. Trois ans plus tard (1832), il construit pour illustrer sa thèse, un «phénakistiscop»⁽⁵⁾, appareil comportant un disque de carton percé de fentes étroites à sa périphérie. Sous chacune des fentes étaient placés des dessins illustrant différentes phases d'un mouvement (voir pages 1254 et 1255). Par exemple celui d'un acrobate ou déjà celui d'un cheval au galop et de son cavalier. En faisant tourner ce disque et en l'observant à travers les fentes devant un miroir «on croit voir un seul objet changeant graduellement de forme et de position» (voir figures 6 et 7). Les publics londoniens et parisiens firent de cet instrument scientifique un jouet largement diffusé.

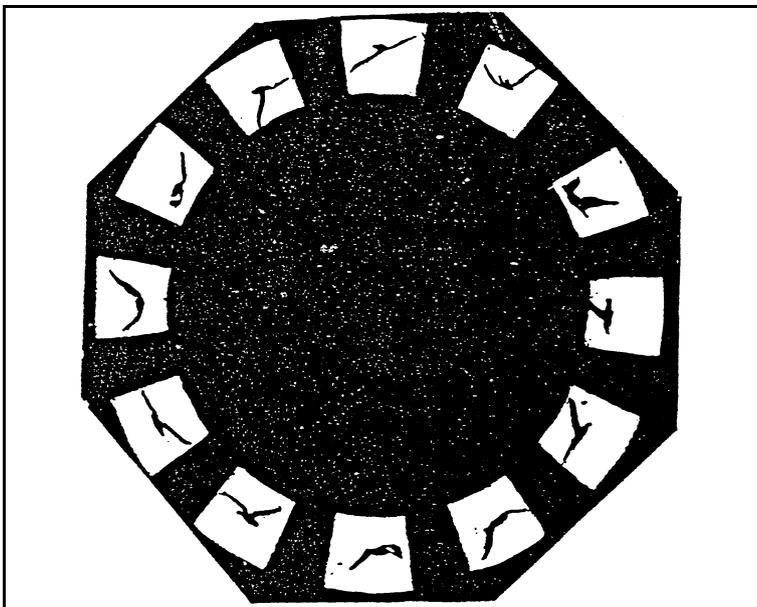


Figure 5 : Photographie d'une mouette pendant son vol. Reproduction par l'héliographe d'un cliché obtenu à l'aide du fusil photographique.

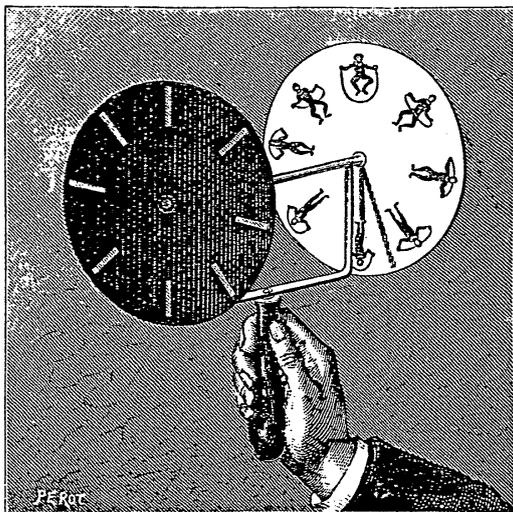


Figure 6 : Phénakisticope de M. Plateau.

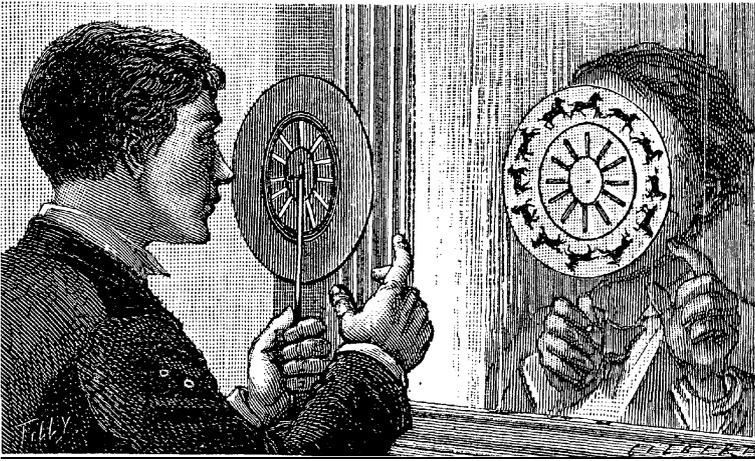


Figure 7 : Manière d'employer le disque de la figure 8.
Le phénakistoscope de Plateau et le zootrope («La Nature» années 1880 et 1882).

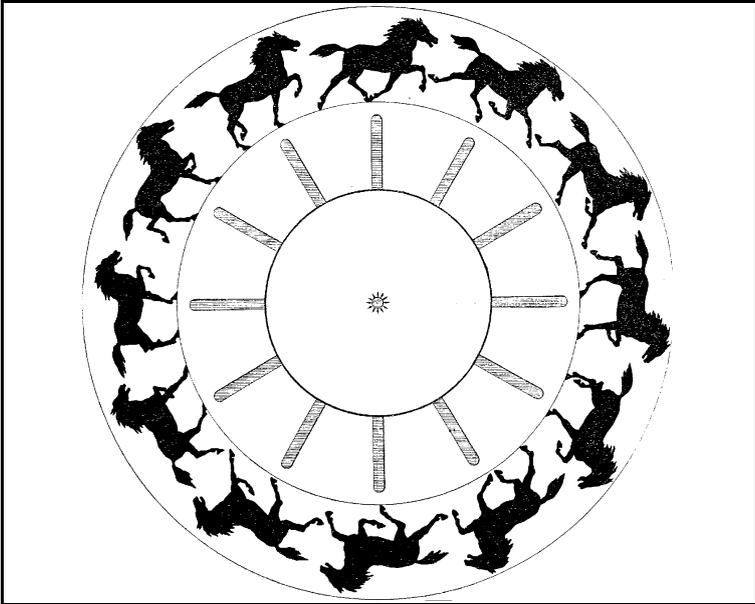


Figure 8 : Disque zootropique d'un cheval au trot. (D'après les photographies instantanées de M. Muybridge).
Modèle de zootrope, à confectionner en classe, reproduisant le trot d'un cheval photographié par Muybridge.

L'instrument attendait donc depuis cinquante ans les photographies de Muybridge et Marey. Dès le mois de décembre 1881, la revue «La Nature» proposait à ses lecteurs de réaliser eux-mêmes, sous forme de jouet pour la Noël, un phénakistoscope rebaptisé «zootrope» permettant d'observer le galop de cheval enregistré par Muybridge (voir figures 7 et 8).

Nous proposons à nos collègues et à leurs élèves de suivre les conseils de la revue et de confectionner leur propre zootrope. Il faut d'abord photocopier en l'agrandissant le disque représenté sur la figure 7 et dont nous donnons le modèle sur la figure 8. Un grand diamètre donnera une meilleure inertie au disque, vingt centimètres nous semble un minimum. Il faut ensuite coller ce disque sur un carton le plus épais possible (toujours l'inertie). On découpe les fentes hachurées sous chaque figure de cheval, on fixe le disque sur un manche en bois par l'intermédiaire d'un clou ou d'une punaise en intercalant devant et derrière le disque une bonne rondelle de carton pour faciliter la rotation. On se place alors devant un miroir mural surmonté d'une lampe éclairant le disque. On le fait tourner en regardant à travers les fentes. Le résultat est à la mesure de notre attente.

Il est possible également de tenter l'expérience avec le phénakistoscope proposé par Joseph Antoine Plateau ou encore d'agrandir le zooscope de compositions de notre invention. Tout cela peut par ailleurs s'observer sans miroir en utilisant un moteur et un stroboscope. L'étude de la persistance lumineuse en classe de quatrième, celle de la stroboscopie en seconde ou première S peuvent être de bonnes occasions pour cette manipulation à caractère historique. On peut même si on le souhaite proposer quelques calculs mais surtout on peut tout simplement profiter d'une occasion d'amuser nos élèves.

«L'enseignement par les jeux»... tel était le titre de l'article consacré au zootrope dans ce vénérable numéro de 1882 de la revue «La Nature». Alors pourquoi pas, jouons en enseignant.

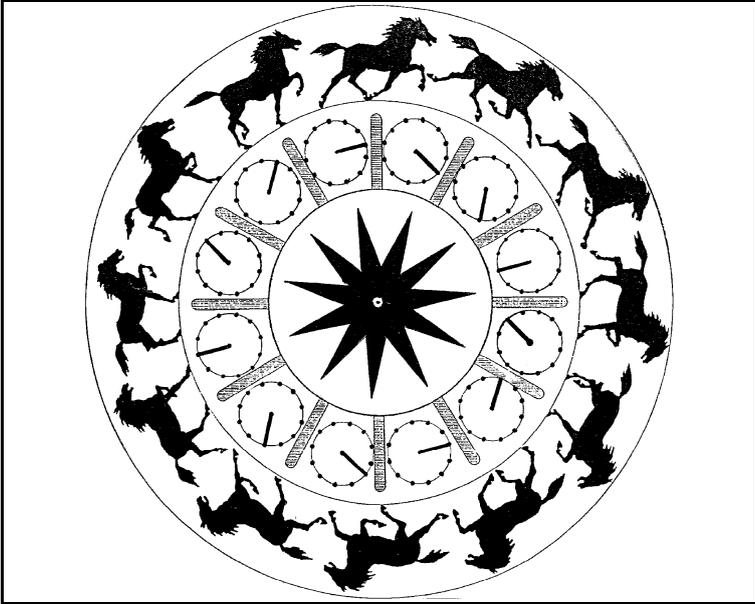
NOTES

- (1) Naissance de la photographie. Événement aussi rare que surprenant, c'est par une loi que s'ouvre l'ère de la photographie. Le 7 août 1839, sur la proposition de François Arago, la «loi sur la photographie» est votée, en France, par la chambre des députés. L'état acquiert l'invention pour en faire don au monde en échange d'une pension à vie attribuée à Daguerre et au fils de Niepce.

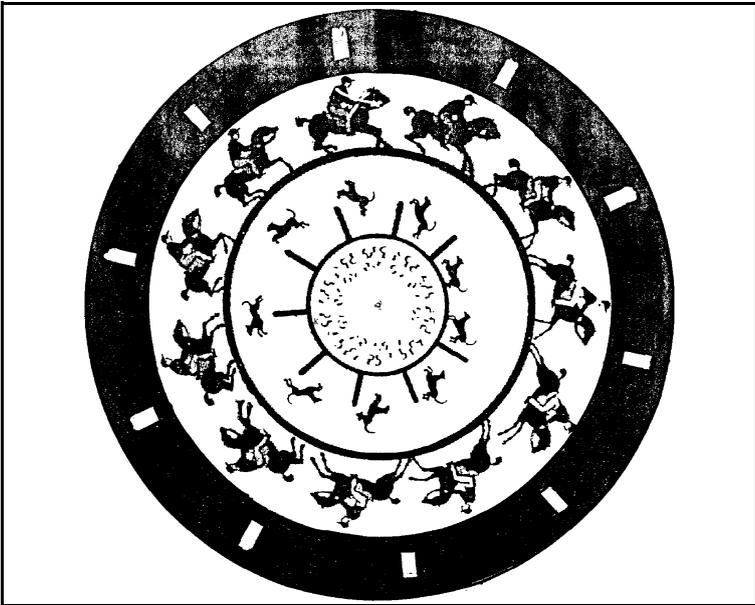
- (2) Le daguerréotype est une image positive unique obtenue sur une plaque de cuivre recouverte d'argent.
- (3) Le calotype est un procédé utilisé en particulier par Hippolyte Bayard (1801-1887) en France et William-Henry Fox Talbot (1800-1877) en Angleterre. Le négatif est obtenu sur papier ordinaire sensibilisé au nitrate d'argent, un positif est obtenu ensuite par contact. C'est encore une technique simple utilisable à l'occasion d'un cours sur la chambre noire en réalisant tout simplement le négatif et le positif avec le même papier du commerce.
- (4) Comment réaliser un négatif transparent sur plaque de verre ? Il faut d'abord trouver l'enduit qui soit à la fois transparent, adhérent au verre et apte à être sensibilisé par les sels d'argent. L'albumine ou la gélatine ont constitué une première solution rapidement relayée par le collodion.
Le collodion est un vernis obtenu par dissolution de «coton-poudre» (explosif puissant récemment découvert) dans un mélange d'alcool et d'éther.
- (5) «Phénakisticope»: du grec «phenakistikos», trompeur, et «skopein», examiner.

BIBLIOGRAPHIE

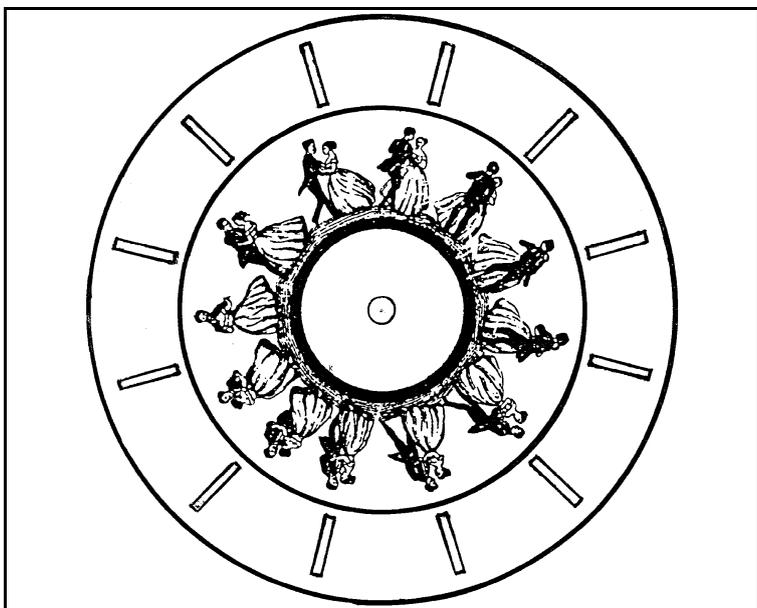
- «La Nature» : revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie (années 1878, 1879, 1880, 1882) Paris.
- Yvan CHRIST et Marcel BOVIS : «Cent cinquante ans de photographie française» - Photorevue publications - Paris - 1979.
- CREATIS : «*Histoire de la photographie française des origines à 1920*» - Paris - 1982.



Le zootrope agrémenté de quelques figures animées.



Le phénakistoscope de Plateau : le mouvement amusant d'un chien qui saute une haie. Par contre le galop de cheval manque à l'évidence d'une sérieuse analyse.



La construction de ce phénakisticope nous fera découvrir l'élégance de ce couple de danseurs.

Annexe

La méthode du calotype pour un cours de physique

La chambre noire

Elle doit être un peu élaborée (mise au point possible) et surtout comporter un dos apte à recevoir un porte « négatif ».

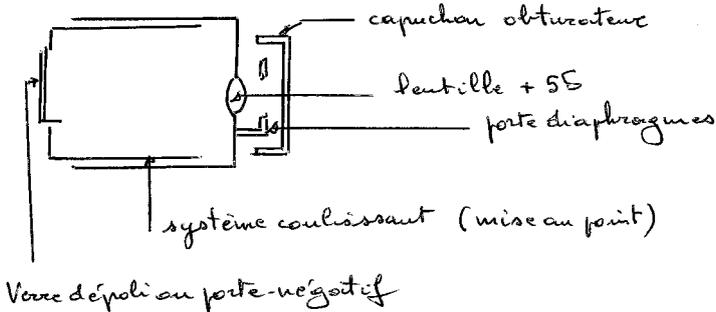


Figure 9

Le porte négatif

Il peut être réalisé tout simplement en carton épais, pour ma part j'utilise des porte négatifs format (9 × 13) trouvés en brocante et issus d'un appareil ancien.

Le papier négatif-positif

J'utilise un papier positif Ilford classique format 9 × 13 et de gradation n° 3 et les révélateurs et fixateurs adaptés à ce papier. Ce papier offre d'autre part l'avantage de pouvoir être révélé en lumière jaune dans une salle de classe dont les rideaux ne seraient pas totalement hermétiques.

Le temps de pose

Pour recréer des conditions « anciennes » et éviter l'effet de « bougé » il faut un temps de pose compris entre huit et douze secondes. On peut estimer la sensibilité du papier positif à 12,5 ISO. Dans des conditions moyennes de lumière extérieure un diaphragme très fermé ($f/128$)

c'est-à-dire d'un diamètre de 1,5 mm convient. Il offre de plus l'avantage de donner une image nette d'une grande profondeur de champ. Une photo de paysage est aisée mais la photo de groupe est amusante (dix secondes sans bouger).

Le positif est réalisé par contact

A travers le négatif (émulsion contre émulsion) sous un verre épais ou bien tenu¹. Trois ou quatre secondes à la lumière du jour suffisent. Les développements se font en chambre noire ou dans une caisse munie de «fenêtres» couvertes d'un film inactinique.

L'ensemble de la manipulation peut tenir en une demi-heure et s'intégrer parfaitement dans un cours abordant la photographie.

Vue d'un groupe d'élèves..



Négatif



Positif

-
1. Le papier Ilford translucide laisse facilement passer la lumière et fait un excellent négatif. On peut aussi utiliser ce papier dans un vieux kodak format 6×9 à soufflet ou une vieille boîte carrée 6×9 ou 6×6 on obtient d'excellents résultats (toujours en réglant sur une sensibilité 12,5 ISO).