

Première A et B

Exploitation du thème

" La photographie "

par Armelle CRESSON, Christine LEHMAN
et Liliane TROUILLET,

Lycée Eugène-Delacroix

5, rue Pierre-Curie, 94700 Maisons-Alfort.

La photographie étant un sujet très motivant pour nos élèves de 1^{re} A et 1^{re} B, nous nous en sommes servis très largement pour développer leur curiosité scientifique et parfaire leurs connaissances d'optique et de chimie.

Nous avons pris comme base le document de L.I.R.E.S.P.T. « module photographique » (B.U.P. nos 620 et 630), le complétant par une partie « image » afin de rendre le cours plus vivant (diapositives, montages sonores, revues.)

Cet article se présente donc comme une proposition de documentation sur la photographie et un essai d'utilisation sous la forme d'un compte rendu d'expérience menée avec les 1^{res} A et B.

Chaque séquence proposée tient dans une séance de deux heures.

1^{re} leçon : PRESENTATION DE LA PHOTOGRAPHIE.

Pour sensibiliser les élèves aux conditions nécessaires à l'obtention d'une image photographique, nous avons projeté un montage sonore de diapositives prêté par KODAK « La photographie ».

Au travers de cette série de diapositives, nous analysons les cinq éléments intervenant dans l'obtention d'une image :

- la lumière, source d'énergie,
- le sujet, réflecteur de lumière,
- l'appareil, formateur d'images,
- le film, enregistreur de lumière,
- le traitement, révélateur d'images.

Dans le cadre de cette leçon sont étudiés les trois premiers éléments, sous forme d'expériences de cours :

1) La lumière.

Différentes sources, propagation rectiligne (expériences classiques).

2) Le sujet.

Par une série d'expériences d'absorption et de réémission de la lumière (expériences proposées par L.I.R.E.S.P.T. dans le module « photographie », p. 34 et 35), nous mettons en évidence l'importance de l'éclairement du sujet, source de lumière pour l'appareil.

3) L'appareil.

Cette étude montre les deux méthodes pour obtenir une image photographique :

a) Le sténopé : c'est le premier appareil photographique élémentaire. Par l'expérience de l'image d'un objet donné par un trou, nous montrons l'influence de la taille du trou sur la netteté de l'image et son éclairement.

b) L'appareil photographique.

Nous en analysons les différentes parties par analogie avec l'œil :

Appareil photographique	œil	fonction
objectif	cristallin	formation des images
diaphragme	pupille	réglage de la quantité de lumière
obturateur	« paupière »	réglage de la durée d'admission de la lumière
film	rétine	impression de l'image

2^e leçon : TRAVAUX PRATIQUES D'OPTIQUE.**Lentilles convergentes et objectif photographique.****1) Découverte des propriétés des lentilles.**

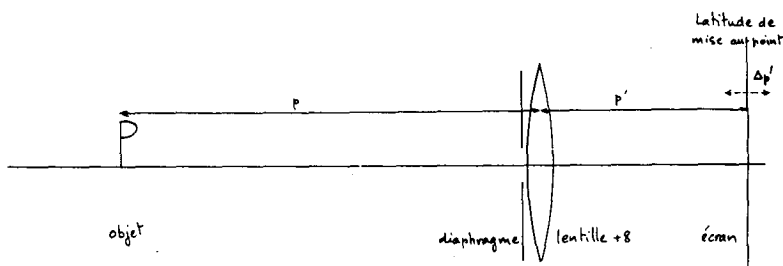
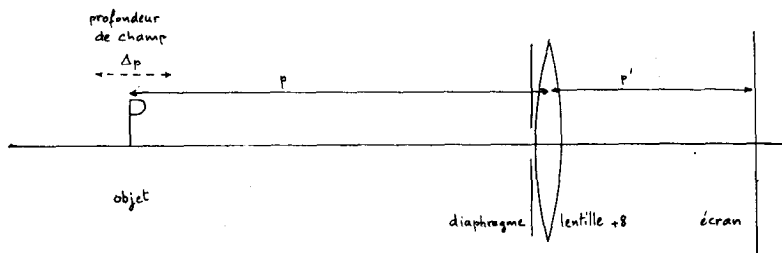
Cette étude classique a été inspirée par le T.P. : lentilles cylindriques convergentes et divergentes du B.U.P. n° 502 et réalisée à l'aide des lanternes L.M.E. :

a) Présentation des différentes formes de lentilles avec un faisceau incident parallèle.

- b) Expérience montrant qu'un objectif photographique formé d'une association de lentilles convergentes et divergentes peut être assimilé à une lentille convergente.
- c) Etude des propriétés des lentilles convergentes : centre optique, foyers, condition de formation des images.

2) Recherche des conditions de netteté des images.

Les élèves ont réalisé un modèle d'appareil photographique grâce au banc optique et ses accessoires.



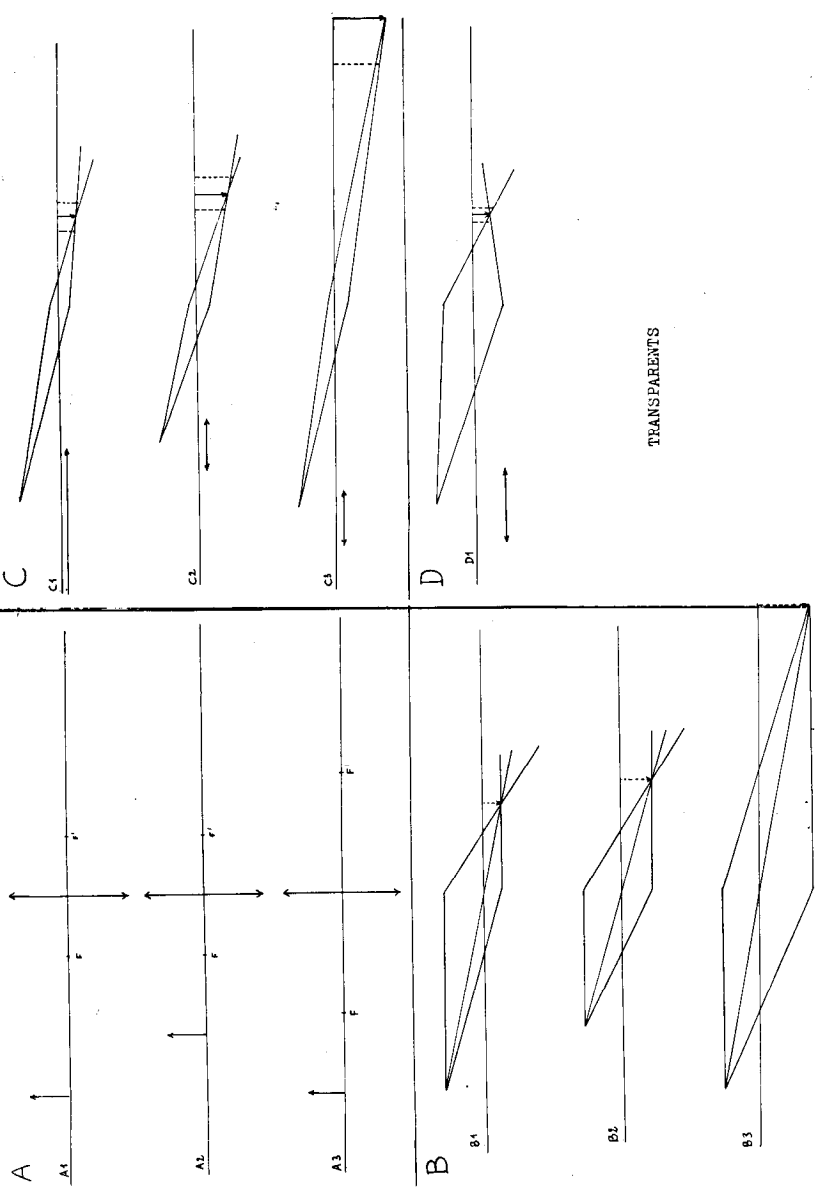
Ils ont étudié :

- a) l'influence de la distance : Sans diaphragme, pour $p' = 20$ cm, ils ont recherché la distance p pour que l'image soit nette, ils ont remarqué que cette distance est définie expérimentalement avec une certaine incertitude. Cette incertitude est liée à la profondeur de champ notée Δp . Puis, pour p fixe, les élèves ont recherché la latitude de mise au point $\Delta p'$,
- b) l'influence du diaphragme : Pour $p' = 20$ cm, ils ont recherché la profondeur de champ Δp pour différents diaphragmes.

3^e leçon : COURS DE SYNTHÈSE.

Formation des images.

Nous avons récapitulé et approfondi les différents points du T.P. précédent en les illustrant par des transparents superpo-



TRANSPARENTS

sables sur rétroprojecteur, des diapositives de la série « La Photographie I » du C.N.D.P. et les photographies ci-après que nous avons réalisées.

1) **Schématisation d'une lentille** : caractéristiques.

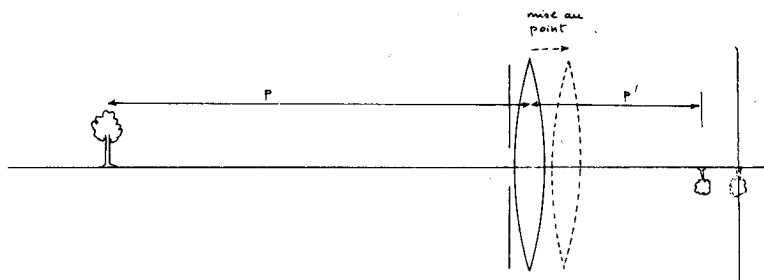
2) **Construction géométrique de formation des images.**

Nous avons étudié :

- a) L'influence de la distance objet-lentille (comparaison des transparents $A_1 B_1$ et $A_2 B_2$).
- b) L'influence de la distance focale (comparaison des transparents $A_1 B_1$ et $A_3 B_3$).

3) **Application à l'appareil photographique.**

- a) Mise au point : réglage de la distance par déplacement de l'objectif par rapport à la pellicule (ce qui fait varier simultanément p et p').



_____ première position de la lentille et de l'image

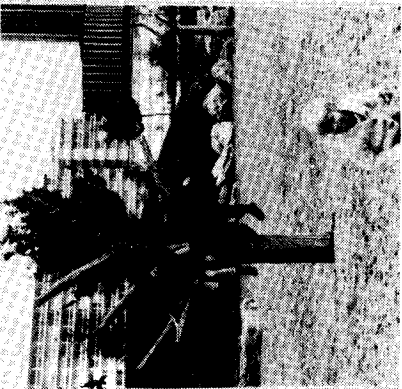
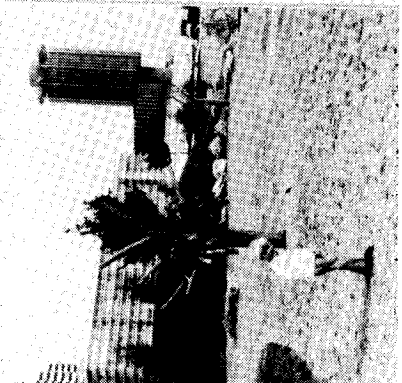
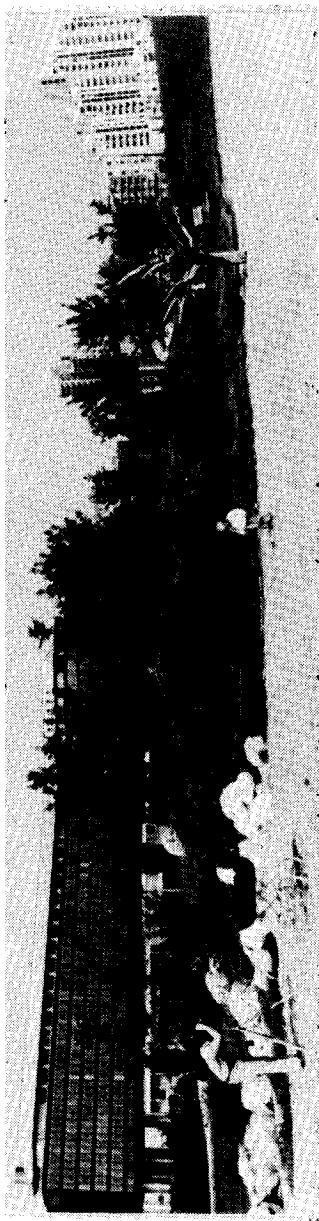
- - - - - deuxième position après mise au point

- b) Changement d'objectif : illustré par des diapositives et des photographies montrant le même sujet pris avec trois objectifs différents ou trois positions d'un zoom (photos 1, 2 et 3).

4) **Profondeur de champ.**

La profondeur de champ est liée à la netteté de l'image. Pour l'œil, cette netteté dépend de son pouvoir de résolution, c'est-à-dire de sa capacité à séparer deux points images (la limite est de $0,03 \mu$).

En photographie, l'image d'un point est déterminée par l'intersection du faisceau lumineux avec le plan de la pellicule, ce qui forme sur celle-ci un cercle minuscule. Plus large sera ce cercle, plus il risquera de se superposer avec les cercles voisins corres-

Photographie 3. — $f = 200$ mm.Photographie 2. — $f = 85$ mm.Photographie 1. — $f = 50$ mm.

pondants aux autres points images et plus floue sera la photographie. Il est évident que si on veut obtenir des images « nettes », les cercles doivent être aussi petits que possible. C'est le grain qui détermine la limite de netteté, compte tenu du pouvoir de résolution de l'œil.

Dans nos constructions, pour la clarté de nos transparents, nous avons pris un cercle limite théorique de 2 mm.

Ce critère présente l'avantage de pouvoir être utilisé pour les différents cas étudiés (objet près ou loin, lentille diaphragmée ou non, différents objectifs).

Nous avons montré, en utilisant la superposition des transparents au rétroprojecteur, que la profondeur de champ varie avec :

- a) La distance de l'objet à la lentille : la profondeur de champ diminue quand cette distance diminue et inversement (comparaison de $A_1 C_1$ et $A_2 C_2$).
- b) La focale de l'objectif : la profondeur de champ augmente quand la focale diminue et inversement (comparaison de $A_1 C_1$ et $A_3 C_3$), ceci peut être illustré par les photographies 1, 2 et 3.
- c) L'ouverture du diaphragme : la profondeur de champ augmente quand l'ouverture diminue et inversement (superposition de $A_1 C_1 D_1$), ceci est illustré par les photographies 4 et 5.



Photographie 4. — diaphragme : $f/5,6$.



Photographie 5. — diaphragme : $f/16$.

4^e leçon : LA PRISE DE VUE.

Il ne manque pas de revues spécialisées concernant la prise de vue, mais elles sont parfois difficilement exploitables et souvent mal adaptées pour donner en deux heures de cours à des élèves généralement non initiés des notions élémentaires sur la prise de vue.

Pour simplifier cette étude, nous avons fait apparaître les principaux facteurs que les élèves doivent prendre en compte pour s'initier à la photographie.

1) La pellicule.

Une pellicule est constituée de cristaux d'halogénures d'argent (substance photosensible) déposés sur un support d'acétate de cellulose.

La caractéristique de la pellicule est sa sensibilité à la lumière, elle dépend du nombre et de la taille des cristaux ; plus le film est sensible, plus les cristaux sont gros et plus le « grain » du négatif augmente. La sensibilité s'exprime en ASA (American Standard Association), unité américaine, ou en DIN (Deutsche Industrie Normen), unité allemande.

Le choix de la pellicule dépend en fait du choix du sujet et de l'éclairage disponible :

— une pellicule « rapide » ou sensible (par exemple 400 ASA, 27 DIN) conviendra à un éclairage faible mais ce type de pelli-

cule aura du « grain » et la photo perdra de la finesse dans les détails,

- une pellicule « lente » de moyenne sensibilité (par exemple 100 ASA, 21 DIN) conviendra si l'éclairage est suffisant.

2) L'impression de la pellicule.

L'impression d'une pellicule de sensibilité donnée dépend de la quantité de lumière q qu'elle a reçue, par unité de surface, pendant l'exposition :

$$q = \frac{E \cdot S \cdot t}{s}$$

avec :

E : éclairement du plan du diaphragme par l'objet (donnée de la prise de vue extérieure à l'appareil),

S : surface de l'orifice du diaphragme (dépendant de « l'ouverture »),

t : temps d'exposition (dépendant de la vitesse de l'obturateur),

s : surface de l'image.

La photographie obtenue dépendra donc des réglages simultanés de la vitesse et de l'ouverture du diaphragme.

3) La vitesse.

Quand le sujet à photographier est en mouvement, le choix de la vitesse est prioritaire.

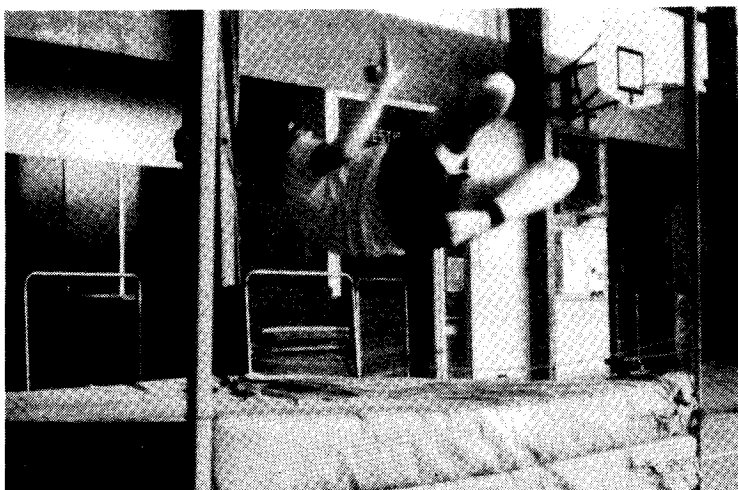
Si l'on veut obtenir une image nette d'un objet en mouvement, il faut opérer à grande vitesse, d'autant plus grande que son déplacement sera grand dans le viseur, car, si on opère à vitesse trop lente, le sujet aura bougé pendant la durée d'exposition de la pellicule et on obtiendra alors une superposition d'images, donc l'image finale sera floue (photographie 6).

Remarque.

Une automobile arrivant de face à 200 km/h n'a pas besoin d'une vitesse d'obturation élevée car il n'y a que peu de déplacement relatif.

Par contre, une impression de vitesse peut être donnée par un flou que l'on peut obtenir de deux façons différentes :

- soit opérer à une vitesse trop faible : le sujet est flou mais le fond est net,
- soit opérer à une vitesse légèrement trop faible en suivant le sujet dans le viseur. On obtient un « filé » : le sujet est net mais le fond est flou (photographie 7).



Photographie 6. — $t = \frac{1}{125}$ s (photographie exécutée par les élèves).



Photographie 7. — $t = \frac{1}{30}$ s.

Sur un appareil photographique, les vitesses sont en général représentées par les chiffres suivants :

15 30 60 125 250 500

correspondant aux temps d'exposition de :

$\frac{1}{15}$ s $\frac{1}{30}$ s $\frac{1}{60}$ s $\frac{1}{125}$ s $\frac{1}{250}$ s $\frac{1}{500}$ s.

4) Le diaphragme.

Le choix de l'ouverture du diaphragme influe sur la profondeur de champ comme nous l'avons vu dans la leçon n° 3 et permet de faire ressortir tel ou tel caractère du sujet.

Sur un appareil photographique, l'ouverture est indiquée par les chiffres suivants :

2,8 4 5,6 8 11 16 22.

Ces chiffres représentent le rapport entre la distance focale de l'objectif et le diamètre de l'orifice du diaphragme. On peut donc noter le diamètre D :

$\frac{f}{2,8}$ $\frac{f}{4}$ $\frac{f}{5,6}$ $\frac{f}{8}$ $\frac{f}{11}$ $\frac{f}{16}$ $\frac{f}{22}$

Note.

Il est intéressant d'exprimer le diamètre de l'orifice du diaphragme sous la forme d'une fraction de la distance focale ; en effet :

Si on change l'objectif en prenant une distance focale k fois plus grande, la hauteur de l'image devient k fois plus grande ; la hauteur de l'image est proportionnelle à la distance focale si on considère celle-ci petite devant la distance de l'objet à l'objectif,

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OF'}}{\overline{OA} - \overline{OF'}}.$$

La surface s de l'image est multipliée par k^2 .

Pour garder la même quantité de lumière q par unité de surface $\left(q = \frac{E \cdot S \cdot t}{s} \right)$, il faut que la surface S de l'orifice du diaphragme soit multipliée par le même facteur k^2 , donc le diamètre D du diaphragme par k .

$$\frac{f}{D} = \text{constante.}$$

Le fait d'exprimer le diamètre du diaphragme sous la forme d'une fraction de la distance focale permet de caractériser la quantité de lumière reçue par unité de surface de la pellicule indépendamment de la distance focale de l'objectif, c'est-à-dire d'utiliser la même cellule photoélectrique quel que soit l'appareil photographique.

Exemple :

$$\text{distance focale } f = 50 \text{ mm} \quad D = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ mm,}$$

$$\text{distance focale } f = 100 \text{ mm} \quad D = \frac{100}{4} = 25 \text{ mm.}$$

$f/4$ représente le diamètre donc l'ouverture du diaphragme, mais on utilise couramment le seul dénominateur « 4 » qui varie en sens inverse et que l'on appelle aussi « ouverture ». En fait il serait, dans ce cas, plus exact de parler de fermeture car au plus grand facteur (22) correspond le plus petit orifice du diaphragme.

En pratique, on rencontre les notations suivantes qui sont contradictoires : $f/4$ $f:4$ $f-4$ $f4$ et qui représentent toutes le diamètre de l'orifice du diaphragme qui est égal à $f/4$.

5) Relation entre la vitesse et le diaphragme.

Comme nous l'avons vu, la quantité de lumière reçue par la pellicule est liée à la fois à la vitesse d'obturation et à l'ouverture du diaphragme. Les deux facteurs sont donc liés et ne pourront pas varier indépendamment si on veut garder une quantité de lumière constante.

Les chiffres indiquant la vitesse sont dans une progression géométrique de raison 2 et ceux du diaphragme ont une raison $\sqrt{2}$.

Si nous passons d'une ouverture $\frac{f}{2,8}$ à $\frac{f}{4}$, le diamètre est

divisé par $\sqrt{2}$, donc la surface S est réduite de moitié. Pour que la quantité de lumière reste constante, il faut donc multiplier par 2 le temps d'exposition, donc se décaler aussi d'un « cran » sur le réglage de la vitesse.

A titre d'exemple, nous avons proposé aux élèves les exercices de l'I.R.E.S.P.T. (questionnaire n° 2, p. 4 et 5 du module photographique).

6) Objectifs photographiques.

Objectif	Distance focale	Angle de champ	Caractéristiques
Fish-eye	6 à 10 mm	220 à 170°	effets spéciaux
Grand angle	13 à 35 mm	118 à 60°	très grande profondeur de champ allonge les distances
Normal	50 - 55 mm	45°	correspond à la vision de l'œil
Téléobjectif	85 à 400 mm	grossissement de 2 à 8 fois	faible profondeur de champ
Super-téléobjectif	600 à 1200 mm	de 8 à 24 fois	comprime les distances

5^e leçon : SEANCE DE PRISE DE VUE.

(Demi-classe comme pour une séance de T.P.).

Cette leçon se divise en deux parties :

- 1° Préparation à la prise de vue et choix des thèmes par les élèves,
- 2° Prise de vue proprement dite.

1) Préparation de la prise de vue.

La séance de prise de vue a été préparée par la projection d'un montage sonore prêté par KODAK « Sachons photographier » (montage qui traite des problèmes d'éclairage du sujet, du cadrage, de l'angle de prise de vue) et par la projection d'une série de diapositives reproduisant les œuvres de photographes de renom.

Les élèves regroupés par thèmes ont ensuite travaillé sur des recueils de photographies et des magazines de photo.

Voici quelques thèmes choisis :

- le sport,
- les lignes géométriques,
- les sentiments : solitude, joie...,
- la pollution,
- le portrait, les yeux, les mains.

2) Prise de vue.

Les prises de vue ont été effectuées par les élèves avec des appareils ne comportant, pour la plupart, que des objectifs nor-

maux, prêtés par les professeurs ou apportés par les élèves eux-mêmes. Chaque groupe avait à sa disposition une fiche technique établie sur le modèle suivant :

Thème :		Appareil :		Sensibilité du film :	
Photo n°	Sujet	Distance	Vitesse	Diaphragme	Observations

Remarque.

Il faut noter ici l'intérêt pluridisciplinaire d'un sujet comme la photographie car cette préparation de thèmes et la prise de vue ont été effectuées en collaboration avec le professeur de français, à partir de textes littéraires sur le thème « Photo et Art », et avec le professeur de dessin des classes de A₇.

6^e leçon : TRAVAUX PRATIQUES DE CHIMIE.

Rôle des agents chimiques en photographie.

Cette étude a été guidée par un chapitre du « module photographique » de l'I.R.E.S.P.T. qui a été résumé dans un article du B.U.P. n° 620 : « Pour mettre en évidence l'effet chimique de la lumière et le rôle des produits de développement.

1) Nous avons repris « réalisation d'une émulsion photographique (en tube à essais) et opérations de développement ».

Nous avons complété cette étude en faisant varier le temps d'exposition de la lumière et le temps de révélation.

Pour cela, les élèves ont pris six tubes à essais numérotés de 1 à 6 et ils ont fait varier successivement les deux paramètres.

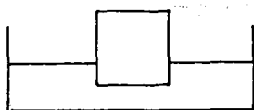
temps d'exposition temps de révélation	1 minute	10 secondes	0 (manchon noir)
30 secondes	1	3	5
10 secondes	2	4	6

Pour préciser le rôle de la lumière pendant le développement, nous avons fait une expérience complémentaire : nous avons retiré le manchon noir d'un tube pendant la phase de révélation afin de montrer que la lumière continue d'agir dans le révélateur

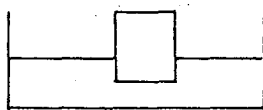
(une application de cela est la solarisation). De même, pour préciser le rôle du fixateur, nous avons fait une expérience sans révélateur afin de montrer que le fixateur dissout les sels d'argent non révélés.

2) Développement d'une pellicule.

Les élèves ont mis à la lumière des pellicules périmées pour observer leur aspect. Ils ont observé séparément l'action du révélateur et du fixateur sur cette pellicule exposée.



révélateur
(on observe le noircissement de l'émulsion).



fixateur
(le fixateur détruit l'émulsion non révélée).

A partir de cette étude, les élèves ont pu préciser eux-mêmes le mode opératoire et les précautions à prendre pour développer une pellicule. Nous leur avons montré le matériel du laboratoire photo et ils se sont exercés à enrouler les pellicules dans les spires de développement.

7^e leçon : LE TIRAGE EN LABORATOIRE.

Le but de cette leçon est de permettre à chaque élève de tirer une épreuve afin qu'il prenne contact avec le processus de la formation de l'image photographique.

Nous avons utilisé le laboratoire photo du lycée qui possède deux agrandisseurs. Il est souhaitable d'effectuer cette leçon en effectif réduit, de l'ordre de cinq élèves par agrandisseur. Les photographies ont été tirées sur du papier plastifié qui ne nécessite ni lavage rigoureux, ni glaçage.

Cette manipulation est une occasion pour les élèves de mettre en application les enseignements des précédents chapitres, en particulier :

L'optique.

Devant l'agrandisseur, les élèves revoient les propriétés des lentilles, la mise au point, le rôle du diaphragme.

La prise de vue.

A l'aide d'une bande d'essai, les élèves déterminent le temps de pose pour un diaphragme donné et pour un papier donné.

Le développement.

Ils revoient l'action de la lumière et du révélateur sur une émulsion photographique.

8^e leçon : PREPARATION DE L'EXPOSITION.

Après inventaire de l'ensemble des clichés pris par la classe, nous avons d'abord procédé à une critique collective de ces clichés, puis nous avons choisi ceux qui seraient exposés. L'exposition s'est préparée par groupes d'élèves et par thèmes quelquefois différents de ceux choisis initialement.

CONCLUSION.

Au cours de ce travail, nous avons remarqué l'intérêt, et souvent l'enthousiasme, de ces élèves littéraires peu motivés par l'étude des sciences physiques. Nous devons souligner la richesse du thème « Photographie », thème qui fait appel à des connaissances tant de physique que de chimie et qui permet d'exploiter le goût artistique de certains élèves de A.

Cette étude de la photographie peut être complétée et élargie par des exposés d'élèves sur l'historique de la photographie, la photo couleur ou la photo polaroïd... ou, au contraire, se limiter suivant le temps disponible pour ce module.

BIBLIOGRAPHIE

L.I.R.E.S.P.T. Université Paris VII. — « *Module photographique* ».

B.U.P. n° 620. — « *Mettre en évidence l'effet chimique de la lumière et le rôle des produits de développement* ».

B.U.P. n° 630. — « *Un modèle qualitatif : la formation des images par une lentille convergente* ». Edith GUESNÉ.

KODAK. — Conférences postales.

Edition TIME-LIFE. — Série « *La photographie* ».
