

Photographie argentique : repenser les bains de développement pour des alternatives respectueuses de la santé et écologiques

Malgré des innovations techniques importantes, notre génération s'intéresse de plus en plus aux anciennes technologies, comme la photographie argentique. En discutant avec nos parents, nous nous sommes rendus compte que peu de gens connaissent les réactions physico-chimiques de ce processus, nous avons donc décidé d'explorer ce sujet.

Les étapes de développement en photographie argentique comportent différentes transformations physico-chimiques que nous étudierons lors de cette présentation. Ainsi, notre sujet se rattache de manière cohérente au thème de cette année "Transition, transformation, conversion".

Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.

Liste des membres du groupe :

- *GRANIER Delphine*

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *CHIMIE (Chimie Inorganique)*

- *CHIMIE (Chimie Théorique - Générale)*

- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

Photographie argentique *Silver halide photography*

Photosensibilité *Photosensitivity*

Oxydo-réduction *Oxidation-reduction*

Cinétique chimique *Chemical kinetics*

Analyse numérique *Numerical analysis*

Bibliographie commentée

Au XIX^e siècle, ère de la révolution industrielle, de nombreuses découvertes scientifiques ont émergé, dont celle de l'utilisation de surfaces photosensibles pour capturer des images. Cette

innovation marque les débuts de la photographie, un art qui a facilité la conservation et la transmission de la mémoire [1].

Ces surfaces photosensibles sont composées de cristaux d'halogénures d'argent, des composés chimiques qui, sous l'effet de la lumière, libèrent leurs atomes d'argent sous forme cristalline [2]. La photographie argentique repose sur ce processus : elle utilise une émulsion photographique, qui est une préparation de bromure d'argent en suspension dans une gélatine, et qui sera appelée pellicule photosensible ou papier de développement selon son utilisation et sa composition [3].

La réaction permettant la création de l'image sur la pellicule commence par une exposition à la lumière. Les photons de la lumière excitent les électrons célibataires des ions bromure contenus dans les cristaux de bromure d'argent de la pellicule, entraînant leur transfert vers les ions argent voisins. Cependant, les électrons ne parviennent pas immédiatement à atteindre les ions argent pour les réduire en atomes d'argent ; ils sont temporairement piégés dans la pellicule. Ainsi, la réaction entre les électrons emprisonnés dans la pellicule et les ions argent forme seulement des germes d'argent entre les mailles des cristaux de bromure d'argent. L'image est alors pratiquement invisible sur la pellicule, on parle d'image latente.

Afin de rendre l'image visible, il faut amplifier la réaction de réduction des ions argent. Pour ce faire, on passe la pellicule dans une série de bains utilisés dans le processus de développement d'une photographie argentique [4]. Ce processus est effectué dans une chambre privée de lumière, afin d'éviter une nouvelle exposition des cristaux photosensibles.

- Le premier bain, le "révélateur", permet d'accélérer et d'intensifier la réaction ayant débuté grâce à l'exposition à la lumière. Il est constitué d'un agent réducteur dans un milieu basique, qui permet la réduction des ions argent insolés. Les atomes d'argent étant de couleur sombre, l'image commence à se former.

- Le second bain est appelé "bain d'arrêt", et comme son nom l'indique, ce bain permet l'arrêt de la réaction de réduction des ions d'argent en atomes d'argent, afin de ne pas trop faire réagir la pellicule. C'est l'acidité de ce bain qui permet l'arrêt de la réaction en opposition avec la basicité du premier bain.

- Le dernier bain, nommé "fixateur", dissout les cristaux restants de bromure d'argent afin de supprimer le caractère photosensible de la pellicule et d'éviter une nouvelle réaction.

Il est important de noter qu'une variation de la concentration des solutions des bains ou du temps de pose de la pellicule affecte leur efficacité, ce qui a des conséquences sur l'image finale [5]. Ces conséquences peuvent apparaître comme une variation du contraste, des tons ou du grain de la photo, mais peuvent également entraîner une perte de détails.

Malheureusement, les produits couramment utilisés dans le développement photographique sont souvent dangereux pour la santé et polluants. Par exemple, l'un des révélateurs les plus populaires au XIXe siècle était le PMK, principalement composé de pyrogallol, une substance

très toxique pour l'homme pouvant entraîner la mort, mais également un puissant polluant marin [6]. Encore aujourd'hui, un des révélateurs les plus utilisés est le révélateur D-76, contenant de l'hydroquinone, un composé nocif présentant un risque d'effets graves sur la santé humaine notamment sur les organes, un risque cancéreux et une forte toxicité pour les organismes aquatiques [7].

De même, un fixateur fréquemment utilisé est le thiosulfate de sodium, un produit irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau, qui peut libérer des fumées toxiques lorsqu'il est surchauffé et qui présente un risque d'explosion au contact d'agents oxydants [8].

Problématique retenue

Nous cherchons ici à élaborer nos bains de développement en testant différentes substances et conditions expérimentales, indépendamment des techniques professionnelles efficaces.

Comment formuler et optimiser des bains de développement argentique à base de produits non toxiques pour l'humain et l'environnement tout en préservant la qualité de l'image?

Objectifs du TIPE du candidat

- Elaborer un outil informatique permettant la quantification des résultats expérimentaux
- Trouver une alternative au bain "fixateur"
- Etablir le temps de pose idéal dans le bain fixateur et sa concentration la plus efficace

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

[1] MICHAEL R.PERES : The Focal Encyclopedia of Photography : *Taylor and Francis*, 2007, pages 27-33

[2] J.J. TRILLAT, H. MOTZ : Action de la lumière et des électrons sur les halogénures d'argent : *Hal Open Science*, 2008

[3] H. J. CAULFIELD, PAUL L.BACHMAN : Handbook of Optical Holography : "*Silver halide photography*", *Elsevier*, 2012, pages 89-91

[4] J.F. HAMILTON : The silver halide photographic process : *Advances in Physics*, pages 359-441, 1988

[5] LILIAN GUILLEMENEY : La Chimie au service de l'Art et de la création, De la peinture aux arts verriers, en passant par la photographie : *ENS Lyon*, 2023, pages 42-46

[6] LABO ARGENTIQUE SARL : Révélateur PMK : http://tables.pirate-photo.fr/documents/Bergger_Dev_PMK.pdf

[7] LABO ARGENTIQUE : Révélateur KODAK D-76 : <https://labo-argentique.com/403-kodak-d76-1l.html>

[8] PROMEGA : Fiche de données de sécurité thiosulfate de sodium : <https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/upload/docs/application/pdf/2018-11/thiosulfate-sod>