

Enseigner la chimie au lycée

L'approche artistique et interdisciplinaire de Freddy Minc

Freddy Minc est co-récepteur du prix 2016 de la division Enseignement-Formation (DEF) de la Société Chimique de France, qui lui a été remis à l'occasion des JIREC 2016 (Journées de l'innovation et de la recherche pour l'enseignement de la chimie) à Lyon [1]. Cette distinction lui a été décernée en reconnaissance de sa contribution à l'attractivité de la chimie auprès des jeunes et du grand public.

Quinze années d'enseignement en zone d'éducation prioritaire l'ont conduit à enseigner différemment, son objectif étant de susciter l'intérêt des élèves pour la chimie. Au fil du temps, il a construit une pédagogie autour de la couleur, avec une approche artistique et interdisciplinaire. Trois piliers ont nourri son travail : un atelier scientifique et technique, un enseignement par projet en section sciences et technologies de laboratoire (STL), et l'animation de stages de formation dans des musées scientifiques et culturels auprès d'enseignants de toutes disciplines et de différents niveaux.

Dans ce qui suit, au travers d'un entretien, Freddy Minc précise son approche originale de l'enseignement de la chimie. Le lecteur en quête de démarches expérimentales en lien avec la couleur pourra consulter ses travaux cités ci-après ou d'autres références mêlant chimie et art [2-3].

En vous décernant son prix, la DEF a voulu mettre en avant votre approche artistique et interdisciplinaire de l'enseignement de la chimie. Pouvez-vous nous en dire plus sur l'origine de votre démarche ?

Après deux ans d'enseignement en classe de seconde et en terminale STI (sciences et technologie industrielle), section génie des matériaux, je constate en 2004 que la chimie passionne les élèves. Ils s'impatientent de la prochaine séance de travaux pratiques, avec l'appétence de comprendre des phénomènes qui les surprennent. Pourtant, ils ont une réticence à poursuivre leurs études en chimie ; les parents sont inquiets, méfiants, la chimie ne leur semble pas être une voie de réussite, ni une orientation professionnelle envisageable. Il me paraît alors nécessaire de tenter d'enrayer cette défiance de la chimie.

Jeune étudiant, en séance de laboratoire, j'étais fasciné par les changements de couleurs lors de dosages volumétriques, la paillasse irradiée de teintes liées aux différentes formes prédominantes des indicateurs colorés. J'ai toujours associé chimie et couleurs, et cet attrait pour les colorants et les pigments est à l'origine de mes études scientifiques.

Cette passion, j'ai eu envie de la transmettre en zone d'éducation prioritaire, au lycée Galilée de Gennevilliers. Les placards étaient remplis de verrerie de toutes formes, de centaines de produits chimiques : tout était là pour concrétiser un travail sur la couleur.

La couleur est un fil conducteur depuis 2004 : en peinture avec des pigments, en transparence, ou en teinture avec des colorants. Les élèves s'approprient l'espace du lycée, décorent le hall et leur salle de travaux pratiques.

En 2004, vous créez votre premier atelier scientifique et technique (AST) « Arômes, couleurs et matières », avec le soutien de la délégation académique aux arts et à la culture (DAAC) et du rectorat de Versailles. Quels sont le principe et les bénéfices en termes de pédagogie de ce type d'atelier ?

Cet atelier scientifique est un espace de création et d'expérimentations ; c'est un lieu d'échange entre les lycéens des voies générale, technologique et professionnelle. La responsabilisation des élèves est la clé de son fonctionnement. Ils sont autonomes dans le choix des thèmes, construisent chaque année le plan de financement de leurs projets ambitieux, participent à des concours scientifiques, travaillent en équipe et communiquent sur leurs travaux auprès des parents et des autres élèves.

Lors de la première édition, six élèves s'inscrivent à l'atelier ; ils sont motivés et dévoués. Nous allons dans les trois collèges de Gennevilliers pour rencontrer tous les élèves de 3^e. Ils se retrouvent devant des classes qu'ils ne connaissent que depuis cinq minutes et doivent convaincre. La chimie est une science passionnante et a un haut potentiel d'attractivité. Les jeunes collégiens sont bluffés par les lycéens. Ces derniers communiquent sur les expériences présentées : la phase d'observation, le questionnement, puis l'interprétation. Ils parlent ensuite aux élèves de leur orientation et des options scientifiques du lycée Galilée. Ces enseignements de seconde laissent du temps aux élèves pour acquérir des notions à travers une approche expérimentale. C'est ce temps au laboratoire qui construit solidement les savoirs et ancre dans la durée la passion pour cette discipline.

Après l'attractivité des transformations colorées proposées aux élèves, il s'agit d'écarter toute ambiguïté car il n'y a rien de magique dans tout cela. Par des concepts macroscopiques et microscopiques, la chimie explique ce qui les a émerveillés. Le défi pédagogique consiste à leur donner envie de poursuivre sans les décourager, sans les perdre, en approfondissant le champ des connaissances.

D'année en année, les projets de l'atelier sont devenus de plus en plus ambitieux (voir encadré). Petit à petit, ils ont été intégrés dans vos enseignements en section sciences et technologies de laboratoire (STL). D'où vous sont venues vos inspirations pour les thèmes ? Qu'est-ce que ces expériences ont apporté à vos élèves ?

Effectivement, les ateliers scientifiques fonctionnaient d'abord en dehors des heures de cours et sur la base du volontariat des élèves. Progressivement, j'ai intégré une partie de ces ateliers sur le temps des séances de laboratoire des élèves de STL-CLPI^(a). Depuis 2012 et les nouveaux programmes de STL-SPCL^(a) faisant une large part au projet en classe de 1^{ère}, ils font désormais partie intégrante de mon enseignement auprès de ces classes.

L'art est une source d'inspiration. Cette passion pour les couleurs évoquée plus haut est enracinée dans mes origines.

Projets 2005-2015

2005

« Cartes postales » [10]

Photographies de mélanges polyphasiques multicolores (ici un séparateur de Pauly aux airs de girafe)



2006

« Lycée Galilée » [11]

« Paysages de verre » [12]

« Couleurs et transparences » [13]

Récupération de verreries de chimie

Détournement d'objets à des fins artistiques



2007

Concours « Faites de la Science » [6]

Hommage à Mendeleïev : réalisation d'une classification périodique dont les éléments sont peints avec des peintures élaborées par les élèves à partir de pigments naturels et synthétiques (en collaboration avec P. Baly, professeur de SVT)

1^{er} prix de l'Académie de Versailles puis prix de la Société Chimique de France lors de la finale nationale

Accueil des championnats de France de rugby [14]

Maillots de la section sportive floqués avec les quinze premiers éléments de la classification ; les joueurs font la couverture de L'Actualité Chimique en septembre 2007



2008

« Rouge », 1^{ère} STL CLPI

Extraction du rouge garance et de l'ocre rouge puis création de toiles de peinture avec des élèves de CE1



2008-2009

Exposition « Kémia » (chimie en arabe) sur le langage et l'écriture permettant d'approfondir les trésors artistiques arabo-andalou [4]. Écriture des éléments chimiques en calligraphie arabe. Art du zellige [15] (en collaboration avec M. Lazouni, professeur de physique-chimie, et M. Abadie, professeur de mathématiques) Trophée AFDET [16] des lycées technologiques des Hauts-de-Seine



2010

« Jardin pédagogique » [17] (lycée/collège et écoles)

Culture de plantes tinctoriales et aromatiques sur le toit du lycée en friche et construction d'une serre pour y développer des cultures du pastel et de la gaude



2011

« 200 ans de chimie » [18]

Réalisation d'une fresque de 10 m de long avec quelques grands personnages de la chimie de 1811 à 2011 (2011, Année internationale de la chimie). Interprétation d'une pièce de théâtre par les élèves de 1^{ère} STL du lycée Galilée et de BTS chimiste du lycée Pierre-Gilles de Gennes (en collaboration avec X. Bataille, professeur de chimie)



2013

« Henné et brou de noix »

Extraction de la juglone du brou de noix et de la lawsone des feuilles de henné

Inspiration des tableaux de Pierre Soulages



2014

« Les Galiléens » [7]

Hommage aux soldats de la Grande Guerre à travers l'étude de l'évolution des couleurs et des matériaux de leurs tenues de combat (en collaboration avec L. Vouzelaud, professeur d'histoire et géographie)

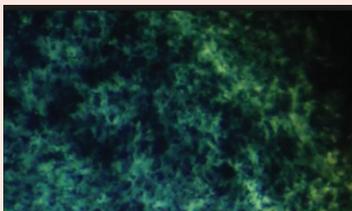
Partenariat avec le Palais de la découverte et la manufacture des Gobelins pour répondre à la question : comment fixer des colorants sur des fibres textiles ? [8-9]



2015

« Indigo Blue » [19-20]

Réalisation d'un film avec le réalisateur mexicain J. Rivera (échelle macroscopique) et l'artiste parisienne G. Anhoury (échelle microscopique)



Mon père, originaire de Varsovie, était couturier, et ma mère, née à Casablanca, vendait des tissus. Je pense avoir en commun avec mes élèves cet attachement culturel. Avec « Kémia » (2008) [4], les élèves de Gennevilliers ont ainsi redécouvert leur univers artistique et, à travers une exposition sur les pavages inspirés de la mosquée de Fez, ont rendu hommage à un travail géométrique exceptionnel.

Les thèmes traités sont également le fruit de mes rencontres et de mon implication au Palais de la découverte. Ce que je propose est une approche des sciences différente de celle classiquement délivrée. L'art constitue le point de départ d'un dialogue autour de la chimie. L'objectif est de faire acquérir aux élèves les compétences du *Bulletin officiel* [5] : développer les savoir-être, créer du lien social, valoriser l'aventure humaine, s'ouvrir sur le monde extérieur, solliciter des partenariats scientifiques, culturels. Les lycéens sont *responsabilisés, travaillent en équipe et apprennent à communiquer* auprès des jeunes. Les bons élèves s'y sont retrouvés, mais également d'autres dont les résultats scolaires étaient plus faibles, lesquels ont montré des qualités de meneurs avérées. Les élèves gardent un « bon » souvenir de la chimie. Ces projets sont aussi une *source de récompense et de valorisation* (voir encadré). La classification périodique réalisée en 2007 a été achetée par le Palais de la découverte [6] et est suspendue dans l'une de ses salles sur les matières colorantes.

Parmi toutes vos actions, pourriez-vous nous en détailler une en mettant l'accent sur les notions de chimie enseignées, en précisant si possible le bénéfice tiré par vos élèves par rapport à un enseignement des mêmes notions de façon plus classique et l'intérêt de la relation chimie-art ?

Le projet le plus abouti sur tous les points est celui que nous avons mené en 2014 pour rendre hommage aux combattants

de la Première Guerre mondiale [7-9]. Le point de départ était centré autour de l'évolution de la couleur des uniformes des soldats de 1914 à 1918. Dans le *Bulletin officiel* de la classe de 1^{ère} STL-SPCL, le projet compte normalement pour un tiers de l'année. Dans le cas présent, il a servi de fil rouge tout au long de l'année, permettant l'acquisition des différentes compétences attendues [8]. Le sujet se prêtait bien à l'appropriation des aspects « synthèse », « extraction » et « analyse » du programme.

Un projet ne doit pas être scénarisé. Démarré avec une visite à la manufacture des Gobelins où le principe de la teinture des écheveaux de laines par des mélanges de trois colorants a été présenté aux élèves par Francis Trivier, ce projet a dévié sous leur impulsion vers la réalisation d'une gamme d'environ 250 teintes reproductibles et de peintures de soldats en grandeur nature. Les élèves se sont répartis le travail par groupes. Ils ont dû faire preuve d'organisation (réalisation de commandes, travail préalable de bibliographie...).

Pour le rendu final, une exposition dans les locaux du lycée et la réalisation d'un journal spécial édité par Prisma Presse, plusieurs disciplines ont été mises à contribution : l'histoire-géographie pour les notes explicatives accompagnant les peintures des soldats, la physique pour les couleurs et leur perception, les sciences de la vie et de la Terre (SVT) pour l'extraction des colorants à partir de plantes, le français avec des études de textes autour de la guerre ainsi que l'allemand. Des élèves en bac pro sont également intervenus, avec leur enseignante en arts appliqués, pour la réalisation de paysages en noir et blanc autour des soldats, inspirés du dessinateur Jacques Tardi. Au total, plus de cent élèves ont participé au projet. Certains des élèves de classe de 1^{ère} STL-SPCL ont valorisé cette expérience l'année suivante dans le cadre de leur épreuve de PTA (projet technologique accompagné), à fort coefficient.

Avez-vous de nouveaux projets en cours ?

Je ne souhaite pas reprendre d'anciens projets. Ma motivation repose sur le fait d'aborder des domaines que je ne connais pas. S'agissant de 2017-2018, nous avons obtenu le financement d'un PEAC (parcours d'éducation artistique et culturelle) intitulé « Mécanismes réactionnels » qui implique 90 élèves de trois classes : 1^{ère} STL, BTS Métiers de la chimie 1^{ère} et 2^e années. La réalisation d'expériences chimiques sera filmée (échelle macroscopique) et leurs mécanismes (échelle microscopique) explicités au travers de chorégraphies. Pour ce dernier aspect, nous avons obtenu l'ouverture d'un atelier de danse encadré par deux chorégraphes ainsi que d'un atelier de musique intitulé « Jeunes talents », au cours duquel les élèves écrivent des musiques et des textes. Le spectacle final sera présenté en juillet 2019 à Paris.

Depuis 2005, toutes les expérimentations et les réalisations menées avec l'atelier de chimie et les élèves de section STL ont été partagées avec des professeurs dans le cadre de stages inscrits aux plans académiques de formation de Paris, Créteil et Versailles (voir tableau). Quels sont les objectifs de formation de ces différents stages ? Qu'est-ce qui les différencie les uns des autres ?

L'objectif du premier stage, « Couleurs et matières pour une remédiation et un travail interdisciplinaire », était de proposer des expériences de chimie étonnantes et colorées afin de déclencher l'intérêt pour la discipline en début de séance de cours, en salle de laboratoire ou lors de fêtes de la science.

Stages de formation	
2005-2008	« Couleurs et matières pour une remédiation et un travail interdisciplinaire » (au Palais de la découverte)
2008-2014	« Pavages et calligraphie » (au Palais de la découverte et à l'Institut du monde arabe)
2012-2018	« Chimie artistique au collège et au lycée » (au lycée Galilée de Gennevilliers)
2015-2018	« Teinture : entre fibres et couleurs » (au Palais de la découverte et au musée d'art et d'histoire du judaïsme)
2016-2018	« La chimie au château » (au Palais de la découverte et au château de Versailles)
2017-2018	« Couleurs des céramiques : l'épreuve du feu » (au Palais de la découverte et à la Cité de la céramique)

La particularité de cette approche était que toutes les expériences permettaient d'illustrer une ou plusieurs notions des programmes de collèges et de lycée.

Le second stage, « Pavages et calligraphie », avait également une dimension culturelle. L'objectif était de promouvoir la démarche de projet dans une approche interdisciplinaire et partenariale. Autour de l'art du pavage et de la calligraphie, s'entrecroisent la chimie, les mathématiques, la SVT, l'histoire des arts et les arts plastiques. Des professeurs de toutes les disciplines et des documentalistes se sont retrouvés pendant deux jours sur deux lieux ; l'approche n'est pas disciplinaire, elle est globale et centrée autour des arts.

L'objectif de « Chimie artistique au collège et au lycée » est d'enseigner la chimie sous l'angle de la couleur et de la matière : la chimie se met au service de créations artistiques. Dans une approche interdisciplinaire, les professeurs créent des peintures à partir du matériau brut. Les pigments synthétiques sont organiques, inorganiques et organométalliques. Les sources tinctoriales sont animales, végétales et minérales.

Enfin, le stage « Teinture : entre fibres et couleurs » permet aux professeurs de toutes disciplines de réaliser des teintures de fibres naturelles et synthétiques avec différentes familles de colorants. Les participants explorent l'approche de la symbolique des couleurs dans le judaïsme à travers la découverte des collections de textiles liturgiques, puis appréhendent les politiques d'acquisition, de conservation et de restauration des pièces textiles du musée à travers la préservation et restitution des couleurs.

Deux nouveaux stages sont venus s'ajouter à cette liste en 2017 : « La chimie au château », en collaboration avec le château de Versailles, et « Couleur des céramiques : l'épreuve du feu », avec la Manufacture de Sèvres, Cité de la céramique.

En tant qu'enseignant fort de riches expériences en matière de pédagogie par projets, quel message pourriez-vous adresser à vos jeunes collègues débutant dans ce métier ?

Contrairement à certaines idées reçues, être enseignant n'a rien d'un métier répétitif dont on se lasse dans le temps. Bien au contraire, c'est un espace de création sans limite. Les élèves sont chaque année plein d'imagination, d'énergie ; ils ont cette envie d'apprendre qui constitue la richesse de ce métier. Leur enthousiasme, leur curiosité ont nourri au fil du temps ma passion pour l'enseignement. Je leur dédie ce prix de la Société Chimique de France.

Propos recueillis par Franck LAUNAY, professeur à la Faculté des Sciences et Ingénierie de Sorbonne Université, secrétaire du Bureau de la division Enseignement-Formation de la SCF, membre du Comité de rédaction de L'Actualité Chimique.

^a CLPI : chimie de laboratoire et de procédés industriels ; SPCL : sciences physiques et chimiques en laboratoire.

[1] Numéro spécial « Chimie(s) et vérité(s), une vision inhabituelle de la chimie enseignée », K. Fajerwerg, T. Hamaide, J. Randon (coord.), *L'Act. Chim.*, **2017**, 415 (en accès libre sur www.lactualitechimique.org/numero/415).

[2] Jacobsen E.K., JCE Resources for chemistry and art, *J. Chem. Ed.*, **2001**, 78, p. 1316.

[3] Kafetzopoulos C., Spyrellis N., Lymperopoulou-Karakoti A., The chemistry of art and the art of chemistry, *J. Chem. Ed.*, **2006**, 83, p. 1484.

[4] Atelier de chimie *Kémia*, **2008** (<http://atelierdechimie.free.fr/kemia.htm>).

[5] Enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire de la série sciences et technologies de laboratoire - classe terminale, *Bulletin officiel* spécial n°8, 13 oct. **2011** (www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=57629).

[6] Atelier de chimie *Concours Faites de la science*, **2007** (<http://atelierdechimie.free.fr/faitedelascience.htm>).

[7] Vigier M., Pinard L., Un projet exemplaire, *Les Galiléens*, **2014**, p.2 (http://eduscol.education.fr/rnchimie/jirec/jirec2015_journal_les_galileens_minc.pdf).

[8] Minc F., *Le projet en 1^{ère} STL-SPCL*, Atelier au JIREC **2015** (http://eduscol.education.fr/rnchimie/jirec/jirec2015_le_projet_en_premiere_stl_spcl_minc.pdf).

[9] Minc F., Couleurs et matières autour d'une pédagogie innovante, *L'Act. Chim.*, **2016**, 407, p. 46 (www.lactualitechimique.org/Couleurs-et-matieres-autour-d-une-pedagogie-innovante).

[10] Atelier de chimie *Cartes postales*, **2005** (<http://atelierdechimie.free.fr/christiane.htm>).

[11] Atelier de chimie *Lycée Galilée*, **2005** (<http://atelierdechimie.free.fr/lycee%20galilee.htm>).

[12] Atelier de chimie *Paysages de verre*, **2006** (<http://atelierdechimie.free.fr/expo.htm>).

[13] Atelier de chimie *Couleurs et transparences*, **2006** (<http://atelierdechimie.free.fr/couleur.html>).

[14] Atelier de chimie *Championnats de France de rugby*, **2007** (<http://atelierdechimie.free.fr/rugby-chimie0.htm>).

[15] Atelier de chimie *Arts et pavages*, **2009** (<http://atelierdechimie.free.fr/art-pavages.htm>).

[16] AFDET, Association française pour le développement de l'enseignement technique, www.afdet.org

[17] Atelier de chimie *Jardin pédagogique*, **2010** (<http://atelierdechimie.free.fr/jardin.html>).

[18] Atelier de chimie *200 ans de chimie*, **2011** (<http://atelierdechimie.free.fr/200ans.html>).

[19] Minc F., Rivera J., Anhoury G., *Indigo Blue*, **2015** (<https://www.youtube.com/watch?v=yPDHcBPIYXQ>).

[20] Minc F., *Indigo Blue*, Atelier au JIREC **2015** (http://eduscol.education.fr/rnchimie/jirec/jirec2015_indigo_blue_minc.pdf).

Freddy MINC,
professeur agrégé hors classe en BTS chimiste
et en CPGE ATS Bio au lycée Galilée de
Gennevilliers.

*freddy.minc@ac-versailles.fr

