



Quand la chimie passe à table ! La fluorescence.

Printemps des Sciences 2026 : L'esprit en éveil, 25 ans de culture scientifique

Projet de communication scientifique des étudiants et étudiantes du Département de Chimie de l'ULB, dans le cadre du cours CHIM-F-328, donné par les professeurs Y. De Decker et J.-C. Leloup.

Encadrants : Leloup Jean-Christophe & Ouadi Sana

Titulaires : De Decker Yannick & Leloup Jean-Christophe

Mezouari Nouha
Elouahabi Chaimae
Toalla Lina

Remerciements

Nous remercions Ouadi Sana, Leloup Jean-Christophe et De Decker Yannick pour leur encadrement tout au long de ce projet.

Nous remercions également Musabyimana Dorkas, Beeckmans Emmanuel et Tubier Chloé pour leur précieuse aide au laboratoire.

La fluorescence est un phénomène physico-chimique au cours duquel une molécule absorbe un rayonnement ultraviolet (excitation), puis réémet une lumière de plus grande longueur d'onde (émission). Les molécules capables de produire ce phénomène sont appelées fluorophores. Il s'agit de molécules qui absorbent une radiation et réémettent une lumière caractéristique. La différence entre la lumière absorbée et la lumière émise correspond au déplacement de Stokes (voir Figure 1). Ce phénomène peut être représenté à l'aide d'un schéma simplifié d'absorption et d'émission, ainsi que par un diagramme de Jablonski (Figure 2), qui illustre les transitions énergétiques impliquées. Dans ce diagramme, on distingue différents niveaux d'énergie électroniques : l'état S_0 correspond à l'état fondamental, tandis que S_1 et S_2 correspondent à des états excités. Lorsqu'une molécule absorbe un photon ultraviolet, un électron passe vers un état excité (par exemple S_1 ou S_2). Après une relaxation partielle de l'énergie, la molécule peut retourner vers l'état fondamental en émettant un photon de plus faible énergie, ce qui correspond à la fluorescence. (Skoog & West, 2015)

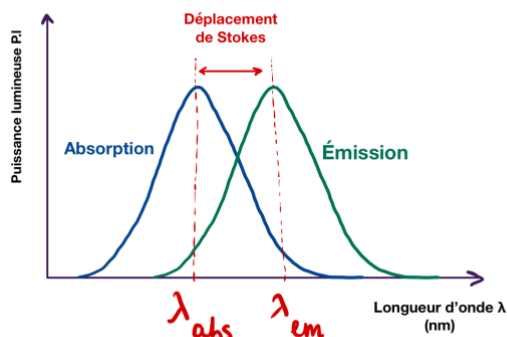


Figure 1 : Schéma simplifié de l'absorption et de l'émission de fluorescence illustrant le déplacement de Stokes. Adapté de Skoog & West (2015).

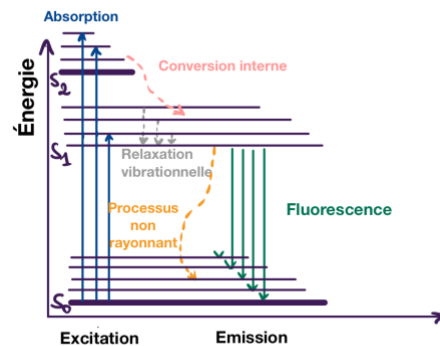


Figure 2 : Diagramme de Jablonski illustrant les différents processus énergétiques impliqués dans la fluorescence. Adapté de l'Institut de Biologie Structurale- site « protéines fluorescentes » (IBS).

Lors de cet atelier du Printemps des Sciences 2026, les élèves explorent la fluorescence à partir d'aliments du quotidien. L'objectif est de mettre en évidence que certaines molécules naturelles peuvent absorber un rayonnement ultraviolet et réémettre une lumière visible caractéristique. Les élèves travaillent à partir de sources familières : le curcuma (curcumine), les épinards (chlorophylle), l'eau tonique (quinine) et l'aubergine (acide chlorogénique).

Dans un premier temps, l'extraction des composés fluorescents est réalisée à l'aide d'éthanol. Les extraits obtenus sont ensuite placés sous une lampe UV afin d'observer l'émission lumineuse. Chaque substance présente une couleur caractéristique : la curcumine émet une fluorescence verte, la chlorophylle rouge, la quinine bleue et l'acide chlorogénique jaune. L'intensité et la teinte des différentes émissions sont d'abord comparées visuellement, puis une tablette équipée d'une application de mesure d'intensité lumineuse est utilisée afin de quantifier ces observations. Cette étape permet de passer d'une approche qualitative à une analyse plus objective et mesurable du phénomène.

Dans un second temps, il s'agit d'examiner quels paramètres influencent l'intensité de la fluorescence. Certaines conditions expérimentales sont modifiées et les résultats obtenus sont comparés. D'une part, différents solvants (eau distillée, éthanol et white spirit) sont testés afin d'évaluer l'influence du milieu sur l'émission lumineuse. D'autre part, le pH des solutions est modifié à l'aide de bicarbonate de soude pour créer un milieu basique et de vinaigre pour obtenir un milieu acide. Après chaque modification, l'intensité de fluorescence est à nouveau observée et mesurée. Il est ainsi possible de mettre en évidence que la fluorescence de la curcumine et de la quinine diminue en milieu basique, tandis que celle de la chlorophylle se dégrade en milieu acide. Ces observations indiquent une influence de l'environnement physico-chimique sur la fluorescence.

Enfin, un phénomène appelé quenching est étudié, c'est-à-dire la diminution de l'intensité de fluorescence provoquée par la présence d'un agent extérieur. Du chlorure de sodium (NaCl) est ajouté à une solution fluorescente en différentes concentrations, et l'évolution de l'intensité lumineuse est mesurée. La fluorescence diminue progressivement lorsque la concentration en sel augmente. Les résultats expérimentaux peuvent être interprétés à l'aide de la relation de Stern–Volmer : $\frac{F_0}{F_i} = 1 + K_{SV} [Q]_i$, où F_0 est l'intensité en l'absence d'agent extincteur, F_i l'intensité en sa présence, K_{SV} la constante de Stern-Volmer et Q la concentration de l'agent extincteur. Cette relation montre que l'intensité de fluorescence diminue avec l'augmentation de la concentration en agent extincteur. Cette étape relie leurs mesures expérimentales à un modèle scientifique simple. (Hamer et al., 2021)

Montage du fluorimètre :

1. Choisir une boîte en carton (~15x10x7cm) et peindre l'intérieur de la boîte en noire.
2. Recouvrir l'avant de la boîte en polypropylène (PP) avec du ruban adhésif isolant noir en laissant une petite ouverture d'environ 0,7cm de large et 0,9cm de haut. (Cette petite ouverture permet à la caméra de voir l'échantillon à l'intérieur de la boîte sans laisser passer trop de lumière extérieure). (voir Figure 1A)
3. Faire un trou dans la partie supérieure de la boîte en carton pour y insérer la boîte en polypropylène. La boîte est placée à environ 10 cm du détecteur (caméra du smartphone) et 7 cm de la source de lumière. (voir Figure 1B)
4. Faire un deuxième trou pour insérer la lampe UV (ou la lampe de poche comme source lumineuse) et la fixer avec du ruban adhésif en direction de la fenêtre de la boîte en PP, à 90 degrés du détecteur (smartphone) afin de minimiser les signaux parasites de la lumière excitatrice diffusée ou transmise. *(Remarque : si on utilise une lampe de poche normale comme source lumineuse, il faut fabriquer des filtres optiques colorés en prenant du ruban adhésif transparent et le colorier avec un marqueur permanent. Laisser sécher et répéter l'opération jusqu'à avoir 5 couches. Ensuite recouvrir la lampe avec ces filtres pour l'utiliser comme source de lumière incidente.)* (voir Figure 1D)
5. Faire un troisième trou dans la boîte en carton perpendiculairement à la boîte en PP et à environ 10 cm , placer l'appareil photo du smartphone en direction de l'échantillon.
6. Utiliser une application d'analyse de couleur comme Screen Colorpicker (android) ou Color Name (iPhone) pour quantifier les intensités de fluorescence et analyser le motif RVB¹.

¹ RVB : Rouge-Vert-Bleu

Schéma du montage du fluorimètre :

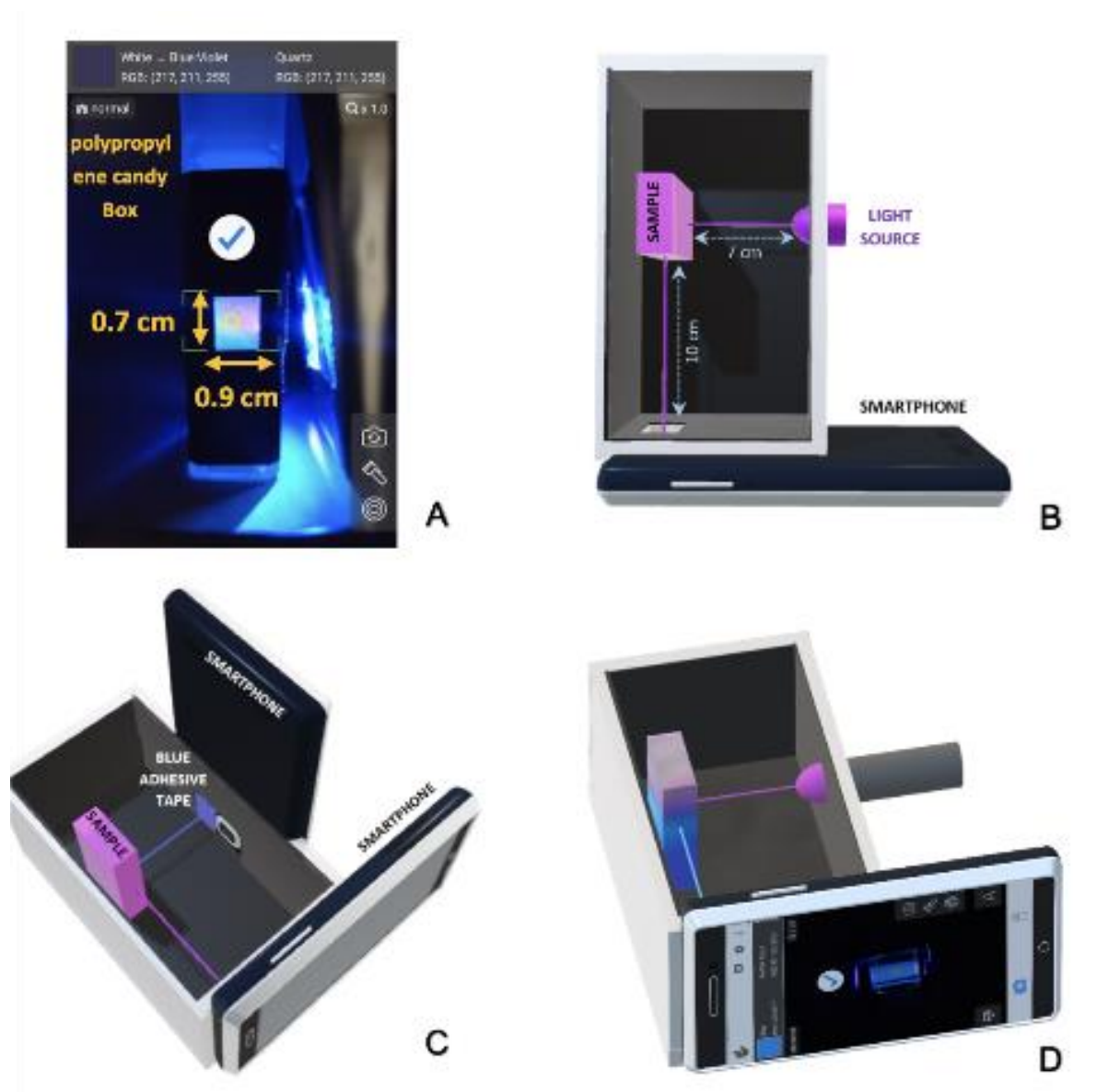


Figure 1 : (A) dimensions de la fenêtre dans la boîte à bonbons en polypropylène pour la mesure. (B) distances entre la boîte en polypropylène, le détecteur et la source de lumière. Ces deux dernières maintenues avec un angle de 90 degrés. (C) et (D) exemples de différentes sources lumineuses.

Source : Hamer, Micaela, et al. « Glowing-in-the-Screen : Teaching Fluorescence with a Homemade Accessible Setup ». Journal of Chemical Education, vol. 98, n° 8, août 2021, p. 2625-31. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00328>.

**Expérience 1 : mesure de la fluorescence des différents extraits fluorophores****A. Matériel et réactifs**

Matériel	Réactifs
3 papiers filtres	5 g de curcuma
4 petits béchers de 50 mL	10 feuilles d'épinards
1 récipient opaque	60 mL d'éthanol 96%
1 éplucheur	1 morceau d'aubergine (~20 g)
1 boîte en polypropylène	10 mL d'eau tonique
1 verre à pied de 20 mL	
1 verre de montre	
1 petit entonnoir	
1 couteau	
1 fluorimètre	
1 lampe UV	
1 smartphone avec l'application Screen Colorpicker (Android) ou Color Name (iPhone)	

B. Préparation**1. Solution de curcumine :**

Mélanger 5 g de curcuma dans 20 mL d'éthanol 96 %. Couvrir et laisser reposer le tout entre 2 et 4 heures à l'abri de la lumière. Ensuite, filtrer le mélange pour retirer les solides et conserver la solution obtenue dans un récipient opaque, au réfrigérateur, jusqu'au moment de l'analyse.



2. Solution de chlorophylle :

Mélanger une dizaine de feuilles d'épinards dans 20 mL d'éthanol 96 %. Couvrir et laisser reposer entre 2 et 4 heures à l'abri de la lumière. Ensuite, filtrer le mélange pour retirer les solides et conserver la solution obtenue dans un récipient opaque, au réfrigérateur, jusqu'au moment de l'analyse.

3. Solution d'acide chlorogénique :

Éplucher une aubergine et introduire les morceaux (environ 20 g) dans un bécher avec 20 mL d'éthanol 96%. Laisser reposer pendant 30 minutes. Filtrer le mélange et transvaser directement dans la boîte en polypropylène.

ATTENTION :

Cette solution est très sensible à l'oxygène et doit être utilisée immédiatement après l'extraction pour observer la fluorescence.

4. Échantillon de quinine :

Dégazer l'eau tonique pour éviter la dispersion de la lumière due aux bulles. (Secouer la bouteille, patienter et l'ouvrir) .



Mode opératoire :

Pour chaque solution préparée :

- Observer la couleur de la solution sous lumière visible.
- Introduire les solutions contenant les fluorophores dans la boîte en polypropylène.
- Placer la boîte en polypropylène dans l'emplacement prévu sur le montage.
- Allumer la source de lumière UV.
- Observer la couleur sous l'induction de la lumière UV.
- Prendre des photos et analyser les valeurs des canaux RVB avec l'application du smartphone.



Nom(s) :

Date :

Rapport : La fluorescence

1) Notez les valeurs RVB ainsi que la couleur correspondante pour chaque solution :

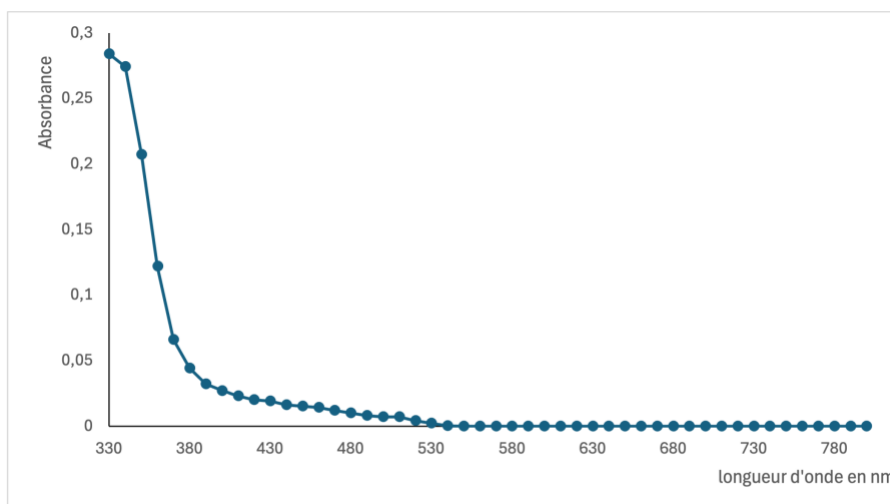
La valeur RGB de la solution d'épinards sous la lumière du jour est
(couleur :) et vaut..... (couleur :) sous la lumière UV.

La valeur RGB de la solution du curcuma sous la lumière du jour est
(couleur :) et vaut..... (couleur :) sous la lumière UV.

La valeur RGB de la solution d'aubergine sous la lumière du jour est
(couleur :) et vaut..... (couleur :) sous la lumière UV.

La valeur RGB de la solution d'eau tonique sous la lumière du jour est
(couleur :) et vaut..... (couleur :) sous la lumière UV.

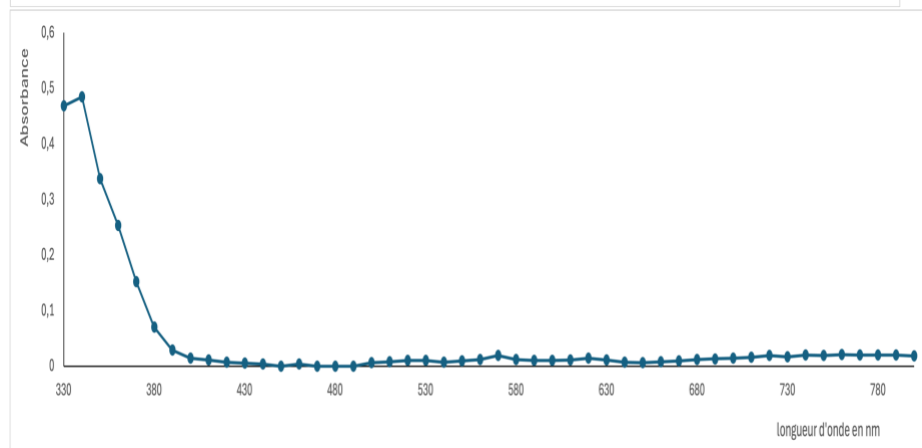
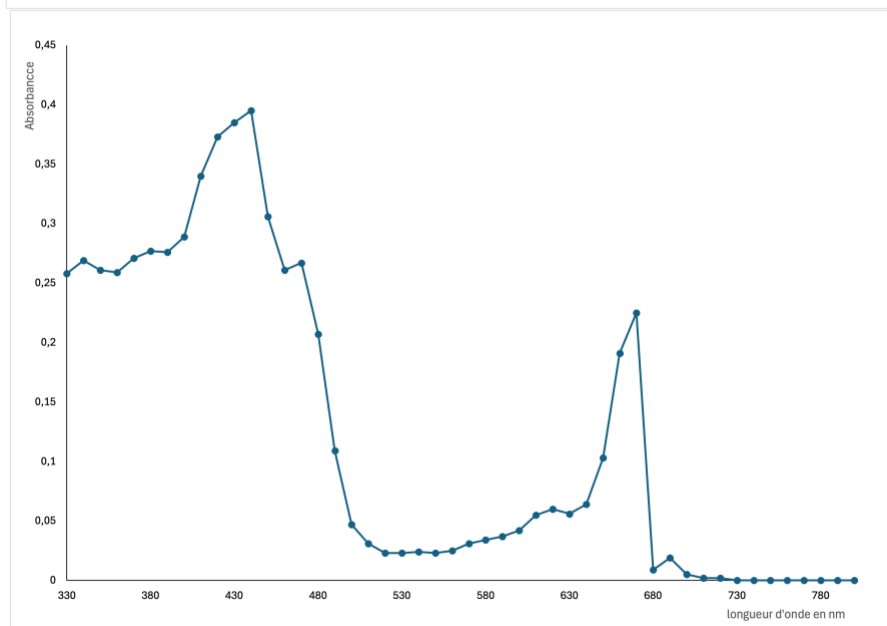
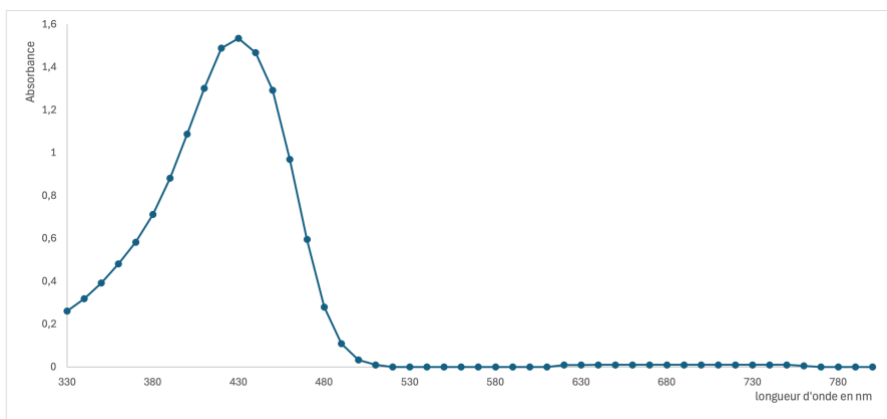
2) Associez chaque solution au spectre correspondant :





Nom(s) :

Date :





Nom(s) :

Date :

3) Définissez ce qu'est la fluorescence ?

4) Quelle est la différence entre phosphorescence et fluorescence?

5) Lors d'une expérience de fluorescence, une molécule absorbe une lumière UV puis émet une lumière de plus grande longueur d'onde. Quel est le nom du phénomène qui explique cette différence entre la lumière absorbée et la lumière émise ?

6) Dans le fluorimètre, comment les éléments doivent-ils être disposés ? Parmi les propositions suivantes, choisissez la ou les réponses correctes.

- La source lumineuse doit éclairer l'échantillon à 90° par rapport à la position du détecteur.
- La source lumineuse doit éclairer l'échantillon à 180° par rapport à la position du détecteur.
- La position du détecteur et celle de la lumière incidente n'a pas d'importance.



Nom(s) :

Date :

- 7) L'émission d'un fluorophore dépend de plusieurs facteurs. Parmi les propositions suivantes, choisissez la ou les réponses correctes.
- La longueur d'onde de la lumière d'onde incidente, le solvant, le pH et la température.
 - La longueur d'onde de la lumière incidente, la concentration et le détecteur de l'appareil.
 - La longueur de la lumière fluorescente, le solvant, le pH et la température.
- 8) Lorsqu'on augmente progressivement la concentration d'un fluorophore dans une solution, l'intensité de fluorescence mesurée évolue. Parmi les propositions suivantes, choisissez la ou les réponses correctes.
- Augmente jusqu'à un maximum puis diminue à forte concentration.
 - Augmente sans limite.
 - Diminue dès le départ.



Expérience 2 : Interprétation de l'effet de l'environnement physico-chimique sur l'intensité de fluorescence (solvant, pH).

A. Matériel et réactifs

Matériel	Réactifs
5 tubes à essais	5 mL d'eau distillée
2 verres à pied	5 mL d'éthanol 96%
1 boîte en polypropylène (PP)	5 mL de white spirit
1 fluorimètre	0,42 g de bicarbonate de sodium
1 lampe UV	5 mL de vinaigre
1 smartphone avec l'application Screen Colorpicker (Android) ou Color Name (iPhone)	25 mL d'une solution fluorophore au choix

B. Préparation

Dans différents tubes à essais numérotés de 1 à 5, mélangez les solutions suivantes à l'aide d'un verre à pied :

- Tube 1 : 5 mL de solution fluorophore + 5 mL d'eau distillée
- Tube 2 : 5 mL de solution fluorophore + 5 mL d'éthanol
- Tube 3 : 5 mL de solution fluorophore + 5 mL de White Spirit
- Tube 4 : 5 mL de solution fluorophore + 0,42 g de bicarbonate de sodium
- Tube 5 : 5 mL de solution fluorophore + 5 mL de vinaigre



Mode opératoire :

Pour chaque solution préparée :

- Introduire la solution dans la boîte en PP
- Placer la boîte en PP dans l'emplacement prévu dans le fluorimètre.
- Allumer la source de lumière UV.
- Observer la couleur sous l'induction de la lumière UV.
- Prendre des photos et analyser les valeurs RVB à l'aide de l'application du smartphone.
- Rincer soigneusement la boîte en PP avant la mesure de chaque solution.



Nom(s) :

Date :

Rapport : Effets de solvants et de pH

1) Complétez le tableau suivant :

Solution	Solvant ajouté	Valeur RVB	Couleur observée	Intensité de fluorescence	Remarques

2) Dans quel solvant la fluorescence est-elle la plus intense ?

Nom(s) :

Date :

- 3) Classez les solvants du plus favorable au moins favorable pour la fluorescence.
- 4) Proposez une explication simple en lien avec la nature du solvant.
- 5) Que remarquez-vous lorsque le solvant est le white spirit ? Comparez l'intensité de fluorescence avec celle obtenue dans l'eau et l'éthanol, et proposez une explication.
- 6) Dans quel milieu la fluorescence est-elle la plus intense ?
- 7) Que peut-on dire de l'effet du pH sur la fluorescence ?



Expérience 3 : Interprétation du phénomène d'extinction de fluorescence (quenching)

A. Matériel et réactifs

Matériel	Réactifs
1 petit bécher de 50 mL	50 mL d'eau tonique
1 balance	126 mL d'eau distillée
1 baguette en verre	7 g de chlorure de sodium
10 tubes à essai	
2 verres à pied	
1 boîte en polypropylène (PP)	
1 fluorimètre	
1 lampe UV	
1 smartphone avec l'application Screen Colorpicker (Android) ou Color Name (iPhone)	

B. Préparation

1. Préparation de la solution de l'agent extincteur :

Préparer une solution saturée de NaCl (sel de table) en dissolvant 7 g de sel dans 20 mL d'eau distillée. Pour ce faire, peser 7 g de sel à l'aide de la balance et l'introduire dans un bécher de 50 mL, rajouter à cela 20 mL d'eau distillée. Ensuite, à partir de cette solution saturée de NaCl, réaliser les différentes dilutions suivantes (1/5 ; 1/10 ; 1/100 ; 1/200) :



1. La dilution 1/5 est obtenue en mélangeant 2 mL de solution saturée avec 10 mL d'eau distillée.
2. La dilution 1/10 est réalisée en prélevant 5 mL de la dilution 1/5 et en ajoutant 10 mL d'eau distillée.
3. La dilution 1/100 est obtenue en mélangeant 1 mL de la dilution 1/10 avec 10 mL d'eau distillée.
4. La dilution 1/200 est préparée en prélevant 5 mL de la dilution 1/100 et en ajoutant 10 mL d'eau distillée.

2. Effet d'extinction :

Afin d'étudier l'effet d'extinction du NaCl sur la fluorescence de la quinine, on réalise les solutions avec les dilutions suivantes :

1. Le blanc est préparé avec uniquement 20 mL d'eau distillée, sans eau tonique et sans NaCl.
2. Le témoin est préparé avec 10 mL d'eau tonique et 10 mL d'eau distillée (sans ajout de NaCl, afin de mesurer la fluorescence de la quinine sans agent extincteur).
3. L'échantillon 1 est préparé avec 10 mL d'eau tonique, 1 mL d'une solution de NaCl diluée 1/200 et 9 mL d'eau distillée.
4. L'échantillon 2 est préparé avec 10 mL d'eau tonique, 1 mL d'une solution de NaCl diluée 1/100 et 9 mL d'eau distillée.
5. L'échantillon 3 est préparé avec 10 mL d'eau tonique, 1 mL d'une solution de NaCl diluée 1/10 et 9 mL d'eau distillée.
6. L'échantillon 4 est préparé avec 10 mL d'eau tonique, 1 mL d'une solution de NaCl diluée 1/5 et 9 mL d'eau distillée.



Mode opératoire :

Cette fois-ci , noter uniquement les valeurs de l'intensité du canal G (vert):

Pour chaque solution, effectuer 3 mesures au total :

- Introduire chaque solution dans la boîte en PP
- Placer la boîte en PP dans l'emplacement prévu dans le fluorimètre.
- Allumer la source de lumière UV et laisser reposer pendant 10 secondes.
- Observer la couleur sous l'éclairage de la lampe UV.
- Prendre des photos et analyser les valeurs G à l'aide de l'application du smartphone, puis les noter.

Attention : rincer soigneusement la boîte en PP avant de mesurer chaque nouvelle solution.



Nom(s) :

Date :

Rapport : L'effet quenching

1) Lorsqu'on ajoute du NaCl à l'eau tonique, on observe que :

- Plus la concentration en sel augmente , plus l'intensité de la fluorescence diminue.
- Plus la concentration en sel augmente, plus l'intensité de la fluorescence augmente.
- L'ajout de NaCl n'a aucun impact sur l'intensité de la fluorescence.
- Aucune des réponses ci-dessus.

2) L'effet de filtre interne est :

- La diminution de l'émission de fluorescence lorsque la concentration du fluorophore en solution augmente fortement.
- La présence d'une substance dans la solution de fluorophore qui diminue l'émission de fluorescence.
- Une partie du détecteur de l'appareil de fluorimétrie.
- Le sélecteur de longueur d'onde de l'appareil de fluorimétrie.



Nom(s) :

Date :

- 3) Notez les trois valeurs du canal vert (G) pour chaque solution et calculez la moyenne de ces trois valeurs.

	Valeurs	Moyenne des valeurs
Solution du blanc		
Solution du témoin		
Solution 1		
Solution 2		
Solution 3		
Solution 4		

- 4) Calculez le rapport de F_0 / F pour chaque condition. (Où F_0 est la valeur du canal G de la solution témoin et F est la moyenne des valeurs du canal G pour chaque solution).

Rapport de F_0 / F du blanc :

Rapport de F_0 / F du témoin :

Rapport de F_0 / F de la solution 1 :

Rapport de F_0 / F de la solution 2 :



Nom(s) :

Date :

Rapport de F_0 / F de la solution 3 :

Rapport de F_0 / F de la solution 4 :

5) Calculez les concentrations molaires de NaCl dans chaque solution.

Concentration du blanc :

Concentration du témoin :

Concentration de la solution 1 :

Concentration de la solution 2 :

Concentration de la solution 3 :

Concentration de la solution 4 :

6) À partir des valeurs obtenues précédemment, tracez le graphique de F_0/F en fonction de la concentration molaire en NaCl.

BIBLIOGRAPHIE

Sources pour le document pédagogique

Hamer, M., et al. (2021). Glowing-in-the-screen : Teaching fluorescence with a homemade accessible setup. *Journal of Chemical Education*, 98(8), 2625–2631. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00328>.

Institut de biologie structurale. (2022). *Protéines fluorescentes*. <https://www.ibs.fr/fr/recherche/assemblage-dynamique-et-reactivite/groupe-imagerie-integree-de-la-reponse-au-stress/equipe-pixel/methodes/proteines-fluorescentes> (consulté le 3 Février 2026).

Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2023). *Chimie analytique* (4e éd.). De Boeck Supérieur. Chapitre 22 : Introduction aux méthodes spectrochimiques et chapitre 25 : Spectroscopie de fluorescence moléculaire.

Sources pour les posters

Poster d'introduction (catalyse) : *Comment est fabriqué le roquefort ?* <https://www.quiveutdufromage.com/ac-comment-est-fabrique-le-roquefort> (consulté le 2 mars 2026).

Poster d'introduction (sphérification) : Cooke Fast. (n.d.). *How to make popping boba*. <https://www.cookefast.com/how-to-make-popping-boba/> (consulté le 2 mars 2026).

Poster d'introduction (réaction de Maillard) : EdithetsaCuisine. (n.d.). *Qu'est-ce que la réaction de Maillard en cuisine ?* <https://edithetsacuisine.fr/quest-ce-que-la-reaction-de-maillard-en-cuisine/>. Adapté par les auteurs (consulté le 2 mars 2026).

Poster 1 (la fluorescence) : Institut de biologie structurale. (2022). *Protéines fluorescentes*. <https://www.ibs.fr/fr/recherche/assemblage-dynamique-et-reactivite/groupe-imagerie-integree-de-la-reponse-au-stress/equipe-pixel/methodes/proteines-fluorescentes> (consulté le 3 Février 2026).

Poster 3 (spectre électromagnétique et les couleurs) : LES ONDES - Les couleurs. http://ujuridec.free.fr/TS/Opale_ts_ondes/co/couleurs.html. (consulté le 7 mars 2026).

Poster d'introduction (sphérification) : Nordic Boba. (n.d.). *Popping boba guide*. <https://nordicboba.com/blogs/popping-boba-guide> . Traduction française adaptée par les auteurs. (consulté le 2 mars 2026).

Poster 4 (influence de l'environnement sur la fluorescence) : OpenAI. (2026). Effet du solvant sur la fluorescence de la quinine : comparaison entre milieu acide (vinaigre) et milieu basique (bicarbonate de soude) [Image générée par IA]. ChatGPT (DALL·E). Prompt : « Illustration scientifique pédagogique montrant l'effet du solvant sur la fluorescence de la quinine avec deux béchers : vinaigre (acide) et bicarbonate de soude (basique), différence de fluorescence visible. »

Poster 4 (influence de l'environnement sur la fluorescence) : OpenAI. (2026). Effet quenching : diminution de la fluorescence de la quinine après ajout de NaCl [Image générée par IA]. ChatGPT (DALL·E). Prompt : « Illustration scientifique simple montrant l'effet quenching sur une solution de quinine avec deux béchers "Avant" et "Après" et l'ajout de NaCl provoquant une diminution de la fluorescence. »

Poster 4 (influence de l'environnement sur la fluorescence) : OpenAI. (2026). Effet de filtre interne : diminution apparente de la fluorescence entre une solution diluée et une solution concentrée [Image générée par IA]. ChatGPT (DALL·E). Prompt : « Illustration scientifique pédagogique montrant l'effet de filtre interne avec deux béchers : solution diluée et solution concentrée de fluorophore montrant une fluorescence plus faible dans la solution concentrée. »

Poster d'introduction (catalyse) : « Roquefort Coulet ». *Fromagerie Janin* | Marc Janin, <https://fromagerie-janin.com/produit/roquefort-gabriel-coulet/> (consulté le 2 mars 2026).

Poster 2 (la fluorescence) : Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2023). *Chimie analytique* (4e éd.). De Boeck Supérieur. Chapitre 22 : Introduction aux méthodes spectrochimiques et chapitre 25 : Spectroscopie de fluorescence moléculaire.