Dakin périmé ?

Contexte de la séance :

Cette séance de travaux pratiques a une durée de deux heures environ avec une classe de 14 élèves de 1ère S répartis en binôme.

Cette séance, programmée lors du premier trimestre, fait référence au programme du BO de la partie *OBSERVER, couleurs et images, matières colorées*. Les notions à transmettre sont le *dosage de solutions colorées par étalonnage et la loi de Beer-Lambert*, il est préconisé de pratiquer une *démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce colorée à partir d'une courbe d'étalonnage en utilisant la loi de Beer-Lambert*.

OBSERVER Couleurs et images *Comment l'œil fonctionne-t-il ? D'où vient la lumière colorée ? Comment créer de la couleur ?*	
Matières colorées	
Dosage de solutions colorées par étalonnage. Loi de Beer-Lambert.	*Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce colorée à partir d'une courbe d'étalonnage en utilisant la loi de Beer-Lambert.*

Pour cette séance, l'activité des élèves est centrée sur l'élaboration d'un protocole expérimental et l'interprétation des résultats.

La préparation d'une solution de concentration donnée par dilution ainsi que la détermination d'une concentration d'une espèce chimique en utilisant une échelle de teintes ou une méthode par comparaison ont été abordés en classe de seconde générale.
La vision des couleurs en trichromie et la couleur des objets faisant référence à l'absorption, la diffusion et la transmission de la lumière ont été vues en début d'année.
Enfin, lors d'un TP sur l'étude de lentilles convergentes, les élèves, ont réalisé une régression linéaire.

Enjeu de cette DI :

Cette séance a pour objectif d'établir le lien de proportionnalité entre l'absorbance, A et la concentration d'une solution colorée, C. Il s'agit d'aborder la loi de Beer-Lambert, $A = k \times C$, qui sera formalisée lors du cours suivant. Nécessairement, les élèves réinvestissent et s'approprient plus solidement des compétences expérimentales (préparation de solutions par dilution…).

En proposant une démarche moins guidée qu'un TP structuré par des tâches à accomplir dans l'ordre imposé, dans lequel la loi de Beer-Lambert serait à vérifier, cette DI favorise plus l'autonomie en partant d'une situation déclenchante. Cette situation de départ est à transposer au début de la séance en problème scientifique, en utilisant du vocabulaire et des notions vus en cours de physique- chimie.

Document élève :

Dakin périmé ?

Situation :

FORUM I
Discussions
Santé
Désinfecter une plaie avec des produits périmés, risqué ou pas ?

Mot : Pseudo : Filtrer Rechercher

Auteur	Sujet : Désinfecter une plaie avec des produits périmés, risqué ou pas ?
Theblack-cat	Posté le 21-05-2004 à 18:46:16 Je viens de faire une chute en VTT (chaine qui s'est bloquée) et j'ai une plaie a la jambe Je préfère désinfecter Seulement, j'ai des produits (éosine, Dakin) qui sont périmés depuis bien 10 ans Quel est le risque d'utiliser ce genre de produits ? (dans ce cas la, mieux vaut t'il pas ne pas désinfecter)
scOulOu	Posté le 21-05-2004 à 18:48:32 Regarde sa couleur, le Dakin perd sa teinte violette dans le temps
Theblack-cat	Posté le 21-05-2004 à 18:49:18 Merci mais difficile , je suis daltonien

Travail à réaliser :

Aider Theblack-cat à élaborer un protocole lui permettant de vérifier si une solution de Dakin est périmée, puis le mettre en œuvre.

Document 1 : Etiquette Dakin.

SOLUTÉ DE DAKIN STABILISÉ COOPER

COMPOSITION :
Principes actifs
Hypochlorite de sodium ..... 0,500 g de chlore actif pour 100 mL

Principes non actifs
Permanganate de potassium ..... 0,0010 g pour 100 mL
Dihydrogénophosphate de sodium dihydraté ..... Excipient
Eau purifiée ..... Excipient

Le permanganate de potassium qui colore le Dakin se décompose dans le temps, cela entraine une baisse de l'efficacité antiseptique de l'hypochlorite de sodium. En effet, le permanganate de potassium permet de stabiliser l'hypochlorite de sodium sensible au rayonnement UV.

Document 2 : Matériel et produits à disposition (sur chariot.)

Dakin à tester
Solution aqueuse de permanganate de potassium à 0,1 g/L
Pipettes de 10,0 et 20,0 mL
Fioles jaugées de 100,0 ; 200,0; 250,0 mL
Eau distillée
Spectrophotomètre

Scénario / analyse du déroulement de la séance / réaménagement possible :

Durée approximative	Etapes	Activités Elève et Professeur
10 à 15 min	Présentation et appropriation de la situation	Distribution du document : situation, travail et documents 1 et 2. En binôme : - Découverte de la situation. - Réflexion sur le travail demandé. (Annexe 1)

La forme choisie pour la situation déclenchante suscite et même impose l'implication active des élèves. Même si le thème partant du VTTiste blessé et du désinfectant peut ne pas susciter de curiosité, la forme non guidée du TP ne permet pas aux élèves de se laisser « porter » et de faire uniquement ce qui est imposé.

Les binômes, se consultent et débattent sur la situation pour écrire quelques idées (au brouillon).
J'apporte un soutien aux binômes qui formulent plus facilement leurs idées à l'oral qu'à l'écrit et je recueille les premières interrogations et difficultés d'appropriation de la situation afin d'en tenir compte lors de la mise en commun. Par exemple, suite à une question d'élève, je précise qu'on ne sait pas si le Dakin à tester disponible lors du TP est périmé.

Il est à noter que scOulOu, par sa réponse sur le forum, sous-entend que le Dakin de Theblack-cat est peut-être encore efficace et qu'il n'est pas risqué de l'utiliser même si la date limite est dépassée.

Une question éventuelle est à prévoir : Pourquoi ne dose-t-on pas l'hypochlorite de sodium qui est le principe actif du Dakin ? …
Une élève m'a effectivement posé cette question. Immédiatement elle y répond d'elle-même en reformulant le commentaire (qui sera repris lors de la phase de mise en commun) écrit sous l'étiquette du Dakin dans le document 1. J'ajoute que le dosage du principe actif n'est pas envisagé ici mais qu'il est possible et qu'il nécessite des notions vues en classe de terminale.

On pourrait projeter, au tableau, uniquement la situation et le travail à réaliser, en début de séance, puis distribuer la totalité des documents après un temps de réflexion pour « ouvrir » davantage le champ des idées.

5 -10 min	Mise en commun	Dialogue en classe entière afin d'aboutir à une question scientifique (phase de problématisation)

Afin que l'étape d'appropriation de la situation se termine par un but clair et commun, un dialogue classe-professeur est nécessaire.
La situation que je propose me semble évidemment « facile » à comprendre et j'ai forcement déjà une idée sur une démarche à suivre car je m'appuie sur un TP déjà fait les années précédentes.
Les élèves perçoivent bien que :

- L'opacité (densité optique, teinte) du Dakin est un paramètre d'étude.
- Le désinfectant devient de plus en plus clair au cours du temps
- Le désinfectant est périmé si sa teinte (due à la présence des ions permanganate) change, ou qu'il devient totalement incolore.

Il est nécessaire, à ce stade, de bien faire le lien entre l'opacité et la concentration de l'espèce colorée.

Une première traduction « scientifique » d'une information donnée dans la situation que j'écris au tableau est : « Le Dakin perd sa teinte violette dans le temps » se traduit par « La concentration en permanganate de potassium dans le désinfectant diminue au cours du temps ».

Le fait que dans la situation, le VTTiste blessé soit daltonien, me permet de « fermer » le champ des actions et ainsi utiliser le spectrophotomètre pour mesurer des absorbances. En effet, un TP similaire de seconde générale auquel certains des élèves font référence (faire une échelle de teinte pour déterminer un encadrement de la concentration d'une solution colorée) serait une démarche possible. Ici, il est imposé de ne plus utiliser l'œil comme moyen de comparaison entre solutions colorées. La comparaison de teinte est trop délicate pour un daltonien.
Un document présentant cette particularité visuelle pourrait être projeté au tableau, d'autant plus que le BO mentionne le daltonisme.

Une deuxième traduction « scientifique » d'une information est écrite au tableau :
L'opacité est mesurable à l'aide d'un appareil de mesure (impartiale) de l'absorbance, le spectrophotomètre.

L'emploi de cet appareil était évident pour les élèves car il figure dans la liste du matériel mais je tente d'en montrer un des intérêts. (Quelques semaines auparavant en cours de Biologie, la procédure d'utilisation du spectrophotomètre a été étudiée par cette classe pour tracer la courbe d'absorbance en fonction de la longueur d'onde, d'une solution chlorophyllienne)

Finalement, un but commun est défini collectivement :
Elaborer un protocole expérimental (en utilisant le spectrophotomètre) permettant de déterminer la concentration en permanganate de potassium d'une solution de Dakin à tester.

20-30 min	Investigation	Les binômes élaborent une stratégie (un protocole) à l'écrit. (Annexe 2) Le professeur soutient par des aides partielles ou des indices : vocabulaire, notions, calculs.

Cette étape d'investigation donne aux élèves l'autonomie pour proposer les étapes d'un protocole et surtout d'y donner un sens.

Ils effectuent le calcul de la concentration en permanganate de potassium dans le Dakin non périmé d'après l'étiquette commerciale et/ou les calculs du volume de solution mère à prélever pour préparer des solutions filles de concentrations voulues.
J'apporte une aide partielle sur les calculs lorsqu'elle est sollicitée par certains binômes, préférant gagner du temps pour la réflexion sur leur démarche tout en ajustant des connaissances. Dans la même idée, les concentrations sont exprimées en $g.L^{-1}$ afin de réduire la difficulté des calculs. Ces rappels sont bénéfiques pour les élèves.

Deux stratégies sont élaborées lors de cette séance :

① Réaliser la dilution de la solution mère fournie pour obtenir une solution de même concentration que celle du Dakin non périmée commerciale, puis comparer l'absorbance de la solution réalisée avec celle de la solution à tester.
Remarques :
- La liste de matériel ne contient pas de solution de Dakin garantie non périmée et par conséquent la comparaison immédiate avec la solution à tester n'est pas réalisable.
- Afin d'orienter d'avantage les propositions de démarches vers la stratégie suivante ②, il est possible de modifier dans le document 2 (matériel et produits) la concentration de la solution de permanganate de potassium disponible. Si c = 0,08 g/L, alors le matériel de la liste n'est pas suffisant ; il faut alors prévoir une pipette graduée supplémentaire pour la stratégie ①.

② Sur le modèle d'un TP de seconde générale, réaliser une gamme étalon (une échelle de teinte) puis mesurer l'absorbance de chaque solution fille puis celle de la solution à tester pour faire un encadrement de sa concentration.

10 min	Mise en commun	Le professeur recense et commente les différentes démarches proposées et leur mise en œuvre concrète. Les binômes ont la possibilité ou non de réajuster leurs stratégies.

La mise en commun est sous la forme d'un dialogue avec la classe.
Je propose aux binômes qui ont des stratégies différentes (repérées lors du contrôle de l'avancement des élèves par le professeur dans la phase précédente) de passer au tableau, de projeter leur travail de recherche et de l'exposer à l'oral.

Pour le seul binôme qui, lors de cette séance, propose la stratégie ① la conclusion sera binaire : Non (ou oui), la solution testée n'a pas la même absorbance donc elle est périmée (ou pas). Si la solution testée n'est pas périmée, ce binôme n'obtient pas la concentration mais je ne les empêche pas de réaliser leur protocole. De plus, ce binôme mobilise peut-être implicitement un modèle de fonction entre A et C en faisant l'hypothèse que l'absorbance croît avec la concentration de l'espèce colorée en solution.

Pour le reste de la classe, la stratégie ② semble la plus adaptée (sans doute car déjà utilisée) mais les élèves n'ont qu'une vague idée sur la manière de déterminer exactement la valeur de la concentration de la solution testée.

Un binôme qui proposait une 3ème stratégie basée sur une chromatographie sur couche mince est « recadré » sur l'intérêt de cette technique et les élèves préfèrent suivre le protocole de la stratégie ②. Ils reprennent le travail de leurs camarades pour commercer les manipulations.

40 – 50 min	Réalisation des protocoles	Les élèves réalisent leurs protocoles et analysent les résultats. Le professeur suggère, à chaque binôme selon son avancement dans le TP, une représentation graphique des mesures.

La préparation de la gamme étalon n'étant pas « nouvelle » pour ces élèves, j'aide davantage sur l'utilisation du spectrophotomètre (blanc, manipulation des cuves, réglage de la longueur d'onde).

Pour les binômes suivant la stratégie ②, aucun élève n'a pensé à étudier son tableau de mesures pour constater une relation de proportionnalité entre A et C ni à tracer une courbe. Seul un encadrement de la concentration est effectué par certains élèves.
Le tracé d'une courbe d'étalonnage n'étant pas un réflexe, je propose une feuille de papier millimétré (ou, plus rapide, d'utiliser sa calculatrice en mode STAT) aux binômes ayant fini les mesures pour qu'ils représentent les résultats sous la forme d'un graphique.

Pour le binôme suivant la stratégie ① , les manipulations sont rapides et l'analyse des résultats est sujette à des « incertitudes ». La différence d'absorbance des deux solutions (celle réalisée par le binôme et celle du Dakin à tester) est faible. Ils concluent que le Dakin testé n'est pas périmé mais il demeure un doute. Je leur propose de prendre les mesures d'absorbance de la gamme étalon d'un autre binôme afin de tracer A=f(C) et ainsi de déterminer la valeur de la concentration de la solution testée pour valider, par une autre méthode, leur résultat. Une autre stratégie de poursuite serait de faire une deuxième solution diluée à partir de la solution de « Dakin » non périmée déjà faite, puis de mesurer son absorbance afin de vérifier l'hypothèse que A et C sont proportionnelles et finalement de calculer la concentration de la solution testée.

Les résultats des différentes stratégies sont exposés à l'ensemble de la classe.
La confrontation des deux stratégies est l'amorce pour aborder la notion de modélisation. L'utilisation de plusieurs points d'étalonnages renforce la fiabilité de la méthode. La relation mathématique de type linéaire (sur une plage à faibles concentrations) et/ou la courbe d'étalonnage permettent de déduire par interpolation, la concentration de la solution à analyser.

10 min	Communication des résultats	Chaque binôme écrit une conclusion (Annexe 3) (si possible sous la forme d'un message pour Theblack-cat, à poster sur le forum)

Globalement les conclusions des élèves répondent à l'attente de Theblack-cat, c'est-à-dire qu'ils exposent un protocole.

Toutefois il demeure un doute sur les critères de péremption du Dakin pour conclure au problème dégagé de la situation déclenchante. (Annexe 4). De plus il n'est fait aucune étude sur le risque d'utiliser le désinfectant véritablement périmé.
Le lien entre la péremption et l'opacité pourrait se traduire par un seuil de concentration en permanganate de potassium minimale qui pourra être considéré, à priori, égal à 10% de la valeur initiale.

Conclusion

Le déroulement de cette séance n'offre pas une autonomie « totale » aux élèves qui sont ici partiellement guidés. Selon l'avancement des élèves, le « curseur d'autonomie » est ajusté.
La résolution du problème nécessite une suite logique d'opérations :

- Appropriation d'une situation.
- Reformulation du problème.
- Elaboration d'une stratégie.
- Analyse des données et calculs.
- Manipulations méticuleuses.
- Représentation graphique.
- Modélisation.
- Interprétation des résultats.

Ces opérations prennent du temps et nécessitent l'apport d'indices et parfois de directives pour certains élèves qui seraient restés bloqués.
Une application systématique sur l'ensemble du programme de ce type de démarche est sans doute impossible. En entrainant les élèves à celle-ci, on peut espérer une plus grande efficacité dans la résolution de problèmes complexes. Cette démarche permet également de réinvestir des connaissances généralement en cours d'acquisition et développe les compétences requises.
Le témoignage d'un élève (annexe 5) après le TP m'incite dorénavant à toujours laisser l'élève réaliser l'expérience qu'il a imaginée si elle entre dans le cadre que j'ai fixé pour cette DI. L'élève croit en sa démarche tant qu'il n'a pas vérifié qu'elle est inadaptée à la situation : la preuve par l'expérience.

Cette séance de TP me permet de faire un diagnostic du niveau de la classe. J'envisage par la suite une progression en AP (soutien ; méthode, approfondissement…) :

- Analyser un protocole portant sur l'échelle de teinte (dilution, concentrations massique et molaire ; $V_{mère}$ = ?; F= ?...)
- Tracer une courbe d'étalonnage et déterminer la relation entre les grandeurs physiques sur la calculatrice.
- Ecrire un compte rendu (structure, distinguer chaque partie en leur donnant un titre) afin de faire une critique sur la démarche adoptée.
- Etudier statistiquement les résultats : moyenne et écart type sur la mesure de $A_{Dakin\ testé}$ de la classe ; incertitude sur les mesures de volume)

Annexe 1 : Idées proposées à l'écrit par un binôme d'élèves lors de la phase d'appropriation de la situation.

1 - Idées et hypothèses :

- utiliser un témoi. tube de dakin non-périmé et un autre tube de dakin périmé.
- spectrophotomètre envoi-t-il des UV ?
- si le dakin périmé réagi aux rayonnements des UV, alors celui ci est instable donc le permanganate de potassium n'a plus d'effet.
- se servir d'un spectrophotomètre afin de voir quelles couleurs le Dakin absorbe (il faut qu'il absorbe toutes les couleurs sauf violet)
  ↳ permanganate de potassium (violet).
- si le dakin n'est pas violet alors il n'y a plus de p de potassium donc solution instable.

Annexe 2 : Proposition d'une démarche (par le même binôme)

- Voir la concentration de permanganate de potassium dans le Dakin → 0,0010g / 100mL d'hypochlorite de sodium.
  ↳ créer une solution aqueuse de permanganate de p de même concentration pour l'utiliser comme témoin (Dakin non périmé).
- placer ensuite dans cuve différentes le Dakin à tester et la solution aqueuse, puis les placer dans le spectrophotomètre
- comparer les deux résultats obtenus
  ↳ si ils sont identiques alors le p.d.p stabilise toujours le principe actif alors le Dakin n'est pas dangereux
  → si ils sont différentes alors le Dakin est périmé

Annexe 3 : Conclusion après avoir suivi la stratégie ①

CCl : 0,126 Solut 0,144 Dakin (Présence de permanganate dans le Dakin donc ✓ Il est encore utilisable)

CCl : Les chiffres sont à peu de chose près (erreur expérimentale) et donc on en déduit que la présence de permanganate est plus ou moins la même. Et donc le Dakin est utilisable

(cause : plusieurs facteurs sont à l'origine de l'écart des résultats)

Annexe 4 : Remarque faite par un binôme après sa conclusion.

À partir de quel moment l'hypochlorite devient dangereux ?
(quand C < 0,135 A ou autre ?)

Annexe 5 : Témoignages d'élèves à la fin de la séance.

- Je pose deux questions à un élève en particulier.

1. Qu'avez-vous pensé de ce TP ?
   « J'aime bien quand c'est moi qui réfléchis à des expériences dans un TP plus ouvert » « J'ai fait plein d'expériences et c'est bien »
2. Proposez une formulation de la problématique qui aurait été évoquée dans un TP plus guidé traitant des mêmes notions.
   « Faire le lien (de proportionnalité) entre l'absorbance et la concentration ».
   « Faire une généralité pour déterminer l'absorbance d'une solution de permanganate de concentration connue ».

- Des élèves sont plus sceptiques.

Un binôme écrit sur son brouillon :

Nous avons déjà réalisé un TP de ce genre l'année passée, nous proposons à TheBlackCat d'aller en acheter un nouveau à la pharmacie.

- Une élève m'interroge.

« Mais c'est une vraie discussion sur un forum ? TheBlackCat, il n'a pas un spectrophotomètre dans son garage quand même ?! »

J'interprète ceci par une petite rupture du contrat didactique entre le professeur et l'élève due à la situation qui est généralement un peu « tordue » pour satisfaire les objectifs pédagogiques du professeur.