Détermination de l'incertitude d'une concentration

en classe de terminale STAV

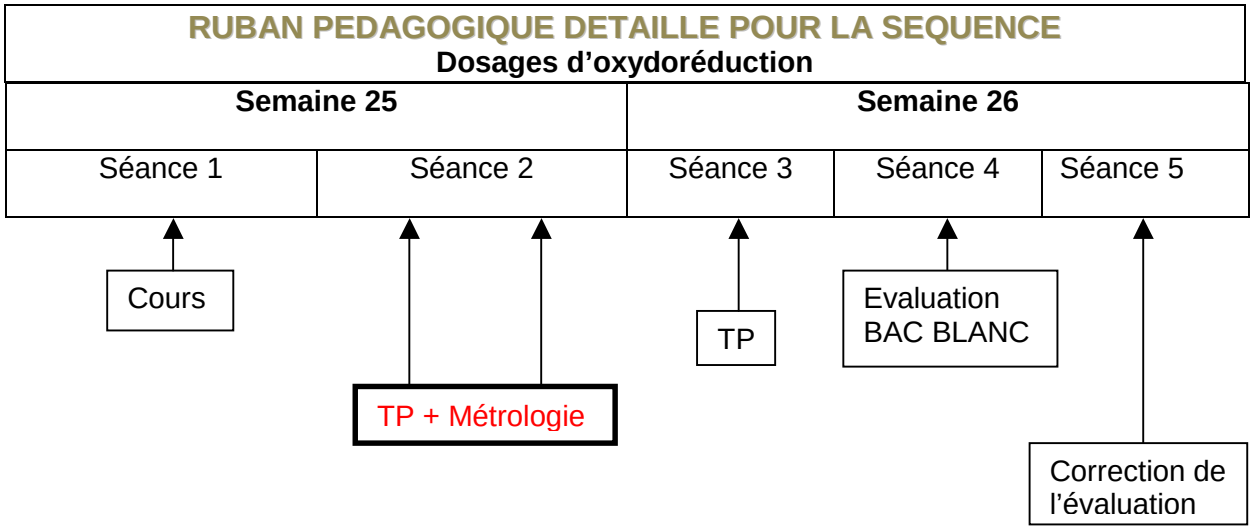
(Gaëlle Pascarel, LEGTA Figeac)

Progression pédagogique de la séquence en terminale STAV

La progression pédagogique de la séquence permet d'avoir une vision globale.
La séquence arrive suite aux cours sur les dosages colorimétriques acide – base et la notion d'oxydoréduction.
Elle est répartie sur 2 semaines à raison de 3 heures par semaine.

Elle s'organise de la façon suivante :

- Une séance de Cours pour institutionnaliser les savoirs, sur l'écriture des réactions d'oxydoréduction.
- Une séance de TP et de métrologie que je vais expliciter dans la suite de mon dossier.
- Une séance de TP où ils doivent élaborer un protocole.
- Une évaluation écrite et sa correction.



A l'issue de la séquence, l'élève doit être capable de réaliser et exploiter des dosages fondés sur des réactions d'oxydoréduction.

Pré – requis de la séquence

Il est nécessaire de tenir compte des savoirs et savoir-faire des élèves, ils doivent connaître les notions de dosages, d'oxydoréduction, les règles de sécurité au laboratoire et la verrerie.

SCENARIO

Durée de la séance : 2h minimum

Durée	Activité élève	Activité professeur
1ère partie au laboratoire		
2 min	Ecoute	Projection de la fiche au tableau Présentation des objectifs
3 min	Lecture	Attente
10 min	Réponse aux questions	Questionnement des élèves sur les règles de sécurité et la réalisation de la manipulation
50 min	Réalisation de la manipulation	Passage dans les groupes pour répondre aux questions et effectuer une aide individualisée.
15 min	Rédaction du compte rendu	Passage dans les groupes
2ème partie en salle informatique		
5 min	Ecoute	Explication pour l'utilisation d'Excel
12 min	Traitement des résultats	Passage dans les groupes
3 min	Ecriture du résultat	Explication
10 min	Discussion	Discussion et conclusion

Présentation de la séance de travaux pratiques

i. Pré-requis de la séance

Les élèves doivent savoir repérer l'équivalence et écrire une réaction d'oxydoréduction, ainsi que les règles de sécurité au laboratoire et la verrerie.

ii. Présentation de la séance

La séance dure 2 heures et s'effectue en classe entière : 16 élèves (3 absents).
La première heure se déroule au laboratoire avec 8 groupes de 2 élèves.
La deuxième heure se déroule en salle informatique avec les mêmes groupes.

iii. Objectifs visés

A l'issue de la séance, l'élève doit être capable de :

- travailler en équipe.
- suivre un protocole.
- réaliser et exploiter un dosage fondé sur une réaction d'oxydoréduction
- prendre en compte les incertitudes sur les mesures et le résultat.

iv. Déroulement de la séance au laboratoire

Préparatifs

Pour réaliser la séance au laboratoire, je repère les objectifs, je prépare une fiche de travaux pratiques je me munis d'un ordinateur et d'un rétroprojecteur pour projeter les consignes.

Je me renseigne sur la sécurité des produits utilisés.

Règles de sécurité au laboratoire

Permanganate de potassium	Sulfate de fer II	acetone

Gants et lunettes obligatoires + Récupération des déchets

Je demande également le matériel et les solutions nécessaires à la technicienne de laboratoire grâce à une fiche de préparation.

TP : Dosage des ions fer II par les ions permanganates

Vendredi 21 février 2014 - De 13h15 à 14h10- (19 élèves = 10 postes)

Liste du matériel	Liste des solutions
Par poste : - 2 béchers de 100mL - 1 bécher poubelle - 1 pipette jaugée de 10mL + propipette - 1 erlenmeyer de 100mL - 1 burette graduée de 25mL + support - 1 agitateur magnétique + barreau aimanté	**Par poste :** - Solution de permanganate de potassium (K^+ + MnO_4^-) de concentration C_2 égale à 0,1mol/L - Solution de sulfate de fer II (Fe^{2+} + SO_4^{2-}) de concentration C_1 inconnue (0,5 mol/L) - Empoi d'amidon - Eau distillée - Acétone
Paillasse Prof : - Récupération des déchets	**Hotte :** - Récupération acétone

Séance : *Annexe 1 Fiche de travaux pratiques*

Tout d'abord, je projette la fiche de travaux pratiques au tableau et expose les objectifs de ma séance *(2 minutes)*.

Les élèves lisent le polycopié *(3 minutes).*

Je leur pose des questions en lien avec les règles de sécurité au laboratoire et la mise en œuvre de la manipulation.

En vue d'effectuer une manipulation répétable, je leur explique qu'il va falloir être vigilant, lors du prélèvement, lors du repérage de l'équivalence et lors de la détermination du volume équivalent. Mais aussi que le matériel et le manipulateur soit à chaque fois dans les mêmes conditions, d'où le fait qu'ils vont laver et sécher toute la verrerie à l'acétone. *(10 minutes)*

Ils réalisent la manipulation sans problème et rangent les paillasses *(50 minutes)*.

Ensuite, ils rédigent le compte rendu en répondant aux questions posées sur les notions d'oxydoréduction (15 minutes).

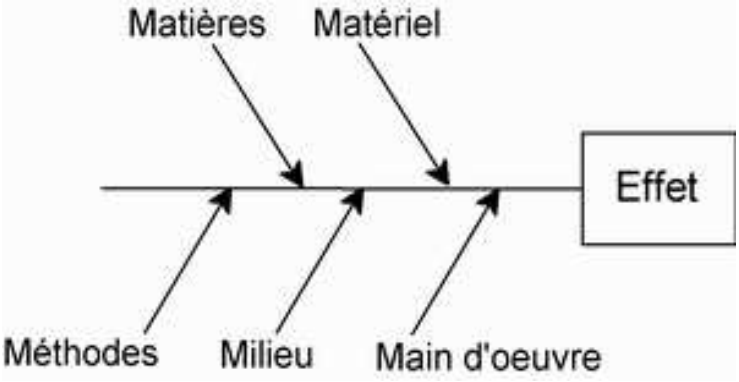
Nous allons en salle informatique, afin de traiter les résultats. Je leur explique comment rentrer les valeurs sous Excel et comment effectuer les calculs. *(5 minutes).*

Ils réalisent le tableau et les calculs, je passe dans les groupes afin de les guider et d'aider de manière individualisée ce qui ont des difficultés *(12 minutes)*

Ils finissent la rédaction du compte-rendu et écrivent le résultat sous la forme attendue. (*3 minutes).*

Annexe 2 : Résultats

Pour finir, nous avons discuté des résultats obtenus, je leur donne la méthode des 5M, leur demande ce que ça leur inspire et leur explique que dans notre cas, nous avons tenu compte que du manipulateur et donc de la main d'œuvre.



Mais qu'il aurait fallu tenir compte de quatre autres paramètres pour avec une incertitude plus juste. En effet, il y a une incertitude :

- lors du prélèvement du volume V_1 avec la pipette jaugée,
- solution de permanganate de potassium de concentration C_2
- sur la détection de la couleur violette au moment de l'équivalence
- lors de la lecture du volume V_2 sur la burette graduée
- sur le calcul de la concentration molaire $C_1 = 5 \times C_2 \times V_2 / V_1$
- la température de la salle en début et en fin de manipulation
- les conditions de manipulation
- …

Je conclus ma séance en rappelant les points importants *(10 minutes).*

Je ramasse les copies afin de vérifier qu'elles soient complètes et sans erreurs.

Lors de la séance suivante, je reviens sur les points non maîtrisés et à corriger.

Points forts et points faibles des élèves

J'ai constaté des points forts et des points faibles qui sont répertoriés dans le tableau suivant :

Points forts	Points faibles
Travailler en équipe Etre autonome Respecter les règles de sécurité Suivre un protocole Réaliser et exploiter un dosage fondé sur une réaction d'oxydoréduction Gérer les déchets	Rédaction du compte rendu Utilisation d'Excel

La séance a été effectuée avec une classe de Terminale STAV, donc il ressort beaucoup de points positifs, car ils sont en fin de formation, proche de l'épreuve CCF pratique. Ils ont acquis lors de leur formation, les bonnes pratiques du laboratoire.

Les points faibles restent la rédaction du compte rendu car ils ont des problèmes en français et pour s'exprimer. Ce point là est à travailler car c'est sur la rédaction qu'ils perdent le plus de points au CCF et à l'épreuve terminale. Ils ont pourtant des notions, mais ne sachant pas comment les exprimer, ils perdent confiance en eux et abandonnent.

La partie métrologie a été bien perçue et comprises par les élèves. De plus, il avait déjà vu la méthode des 5M. Par contre, ils ont de réelles difficultés à se servir d'Excel.

Cette séance a été facile à mettre en œuvre pour ma part, puisque je suis restée très succincte. Par contre, il me semble compliqué d'aller plus loin avec des élèves de Terminale technologique ou professionnelle, car ils ne maîtrisent pas l'utilisation d'Excel.

Annexes 1
Métrologie
Fiche de travaux pratiques

TP : Dosage des ions fer II par les ions permanganates

I. Objectifs

- Réaliser et exploiter un dosage fondé sur une réaction d'oxydoréduction.
- Prendre en compte les incertitudes sur les mesures et le résultat.

II. Manipulation

1. Rincer la burette avec de l'eau distillée.
2. Remplir la burette avec la solution de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) de concentration C_2 égale à 0,1mol/L et ajuster le zéro.
3. Prélever V_1 = 10,0mL de la solution de sulfate de fer II ($Fe^{2+} + SO_4^{2-}$) à doser et les verser dans un erlenmeyer.
4. Placer l'erlenmeyer sur l'agitateur magnétique après avoir introduit le barreau aimanté.
5. Installer l'ensemble sous la burette et agiter doucement la solution.
6. Faire le dosage.
7. Détecter l'équivalence par le changement de couleur (violette).
8. Noter le volume équivalent V_2éq.
9. Nettoyer et sécher le tout.
10. Recommencer la manipulation 4 fois.

III. Schéma du montage

Schématiser le montage.

IV. Résultats

Dosages	V_2éq (mL)
Dosage 1	
Dosage 2	
Dosage 3	
Dosage 4	
Dosage 5	

V. Exploitation des résultats

1. Indiquer les couples oxydant/réducteur mis en présence dans cette réaction.

2. Ecrire les demi-équations.

3. Ecrire l'équation du dosage.

4. Montrer qu'à l'équivalence C_1, V_1, C_2 et V_2 sont liés par la relation

$$C_1 \times V_1 = 5 \times C_2 \times V_2$$

5. Calculer la concentration C_1 de la solution d'ions fer II.

Dosages	**C_1 (mol/L)**
Dosage 1	
Dosage2	
Dosage 3	
Dosage 4	
Dosage 5	
Moyenne	
Ecart-type	

6. Sachant que les seules erreurs sont dues au manipulateur, calculer C_1 moyenne et l'écart type, grâce à Excel. Compléter le tableau précédent.
7. Donner la valeur de C_1 en tenant compte des incertitudes sur la mesure.

C_1 = …….

VI. Conclusion

Annexes 2
Métrologie
Résultats

Groupe 1	V2 éq (mL)	C1 (mol/L)
	9,9	0,495
	9,8	0,490
	10,0	0,500
	9,5	0,475
	9,7	0,485
Moyenne	9,8	0,489
Ecart - type		0,009

C1 = (0,489 ± 0,009) mol/L

Groupe 2	V2 éq (mL)	C1 (mol/L)
	10,4	0,520
	10,1	0,505
	9,5	0,475
	10,3	0,515
	9,7	0,485
Moyenne	10,3	0,50
Ecart - type		0,02

C1 = (0,50 ± 0,02) mol/L

Groupe 3	V2 éq (mL)	C1 (mol/L)
	10,1	0,505
	9,8	0,490
	9,5	0,475
	10,1	0,505
	9,4	0,470
Moyenne	9,2	0,49
Ecart - type		0,01

C1 = (0,49 ± 0,01) mol/L

Groupe 4	V2 éq (mL)	C1 (mol/L)
	10,8	0,540
	10,6	0,530
	10,7	0,535
	10,8	0,540
	10,5	0,525
Moyenne	10,7	0,534
Ecart - type		0,006

C1 = (0,534 ± 0,006) mol/L

Groupe 5	V2 éq (mL)	C1 (mol/L)
	9,5	0,475
	10,4	0,520
	10,5	0,525
	10,2	0,510
	9,7	0,485
Moyenne	10,1	0,50
Ecart - type		0,02

C1 = (0,50 ± 0,02) mol/L

Groupe 6	V2 éq (mL)	C1 (mol/L)
	9,3	0,465
	9,4	0,470
	9,8	0,490
	9,5	0,475
	9,3	0,465
Moyenne	9,5	0,473
Ecart - type		0,009

C1 = (0,473 ± 0,009) mol/L

Groupe 7	V2 éq (mL)	C1 (mol/L)
	10,2	0,510
	10,5	0,525
	10,0	0,500
	9,9	0,495
	10,4	0,520
Moyenne	10,2	0,51
Ecart - type		0,01

C1 = (0,51 ± 0,01) mol/L

Groupe 8	V2 éq (mL)	C1 (mol/L)
	9,8	0,490
	10,3	0,515
	9,9	0,495
	10,2	0,510
	10,5	0,525
Moyenne	10,1	0,51
Ecart - type		0,01

C1 = (0,51 ± 0,01) mol/L