

Première Spécialité Physique-Chimie	Thème : Constitution et transformations de la matière	M GINEYS / M.KUNST-MEDICA	 Frères des Écoles Chrétiennes	
Chapitre 9 : Titrages colorimétriques				
Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie				
Activité expérimentale n°9.1 : Titrage d'une solution anti-chlorose				
Questions		Compétence visée	Points attribués	
Appel n°1	I (1, 2, 3)	S'approprier	/1,5	
Appels n°2 et 3	II (4)	Analyser raisonner	/1	
		Communiquer, schématiser, réaliser	/0,5	/0,5
Appel n°4	III (5)	Réaliser, calculer	/1,5	
Appel n°5	III (6, 7, 8, 9)	Réaliser, calculer	/2	
Appel n°6	10, 11, 12	Réaliser, calculer	/2	
	13	Valider	/0,5	
Devoir global	Rendre compte à l'écrit en utilisant un vocabulaire scientifique adapté et présenter son travail sous une forme appropriée et être vigilant vis-à-vis de l'orthographe	Communiquer	/0,25	
Total 1 :	Remarques :		/9,75	

Notation individuelle :

CLASSE :		Numéro de paillasse :		Élève n° 1 :		Élève n° 2 :		Élève n° 3 :	
.....		
Activité	Capacités attendues	Compétence visée	Points attribués	Signatures	Points attribués	Signatures	Points attribués	Signatures	
Séance en groupe	Travailler en équipe, partager des tâches, s'engager dans un dialogue constructif, respecter ses camarades, son professeur et les lieux de travail ...	Être autonome et faire preuve d'initiative	/0,25		/0,25		/0,25		
TOTAL 2			/0,25		/0,25		/0,25		
Total 1 + 2			/10		/10		/10		

Un jardinier traite la chlorose de ses végétaux en utilisant un produit dont il a malencontreusement arraché l'étiquette. Il souhaite continuer à utiliser ce produit.

Il demande donc à un laboratoire de déterminer le pourcentage en masse en ion fer II de ce produit de traitement pour se le procurer à nouveau.

Document 1 : La chlorose des végétaux

La chlorose des végétaux est une décoloration plus ou moins prononcée des feuilles, due à un manque de chlorophylle. La chlorophylle permet la photosynthèse et donne aux feuilles leur couleur verte.

Le manque de chlorophylle peut provenir d'une insuffisance en fer.

Une des conséquences de la chlorose ferrique des végétaux est la diminution de la qualité des fruits.

Dans le commerce, on trouve des solutions dites « anti-chlorose » riches en ions fer II qu'il convient de pulvériser directement sur les plantes et les sols.



Document 2 : Quelques produits anti-chlorose du commerce

Nom du produit commercial	Pourcentage en masse en fer	Utilisation référencée
 Truffaut® anti-chlorose	3,3 %	Pulvérisation sur les feuilles – arrosage du sol
 Solabiol® Anti-chlorose	6,0 %	Pulvérisation sur les feuilles – arrosage du sol
 FERTicament® anti-chlorose	2,5 %	Dépôt sur les sols

Document 3 : Pourcentage en masse

Le pourcentage en masse des ions fer II présents dans le produit est la masse d'ions fer II pour 100 g de produit.

Document 4 :

Matériel mis à disposition :

- Dans un bécher de 50 mL, une solution de permanganate de potassium ($K^+_{(aq)} + MnO4^-_{(aq)}$) de concentration en quantité de matière $C_1 = (2,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- Dans un bécher de 50 mL, une solution aquause de traitement contre la chlorose préparée en dissolvant 100 g de produit anti-chlorose dans un litre d'eau (donc à 100 g.L⁻¹).
- Un système de pipetage (propipette)
- Un erlenmeyer de 250 mL
- Un agitateur magnétique et son turbulent.
- Une burette graduée de 25,0 mL sur son support.
- Un bécher « poubelle » de récupération.

Données : $M(\text{Fe}) = 55,9 \pm 0,1 \text{ g.mol}^{-1}$

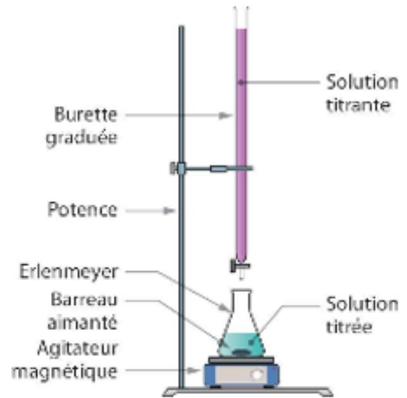
Document 5 : Le titrage colorimétrique

La solution anti-chlorose est la **solution titrée**, elle est d'une très légère couleur verdâtre, presque incolore.

La **solution titrante** est une solution de permanganate de potassium ($K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)}$), de couleur violette.

Lors du dosage, les ions permanganate MnO_4^- réagissent avec les ions fer II Fe^{2+} de la solution anti-chlorose.

Le changement de couleur dans le milieu réactionnel indique la fin de la réaction : on est à l'équivalence.



On réalise généralement un **premier dosage rapide** pour « avoir une idée » du volume équivalent. On le réalise à nouveau, de **manière précise**. On attend une détection de l'équivalence à la goutte près.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits en proportions stœchiométriques. Pour une équation de titrage qui s'écrit :



les quantités de matière initiales de réactif titrant $n_0(A)$ et de réactif titré $n_0(B)$ vérifient l'égalité :

$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_0(B)}{b}$$

I. Équation du titrage

Les couples intervenant dans la réaction sont Fe^{3+}/Fe^{2+} et MnO_4^- / Mn^{2+} .

1) Écrire la demi-équation électronique correspondant au couple Fe^{3+}/Fe^{2+} .

.....
.....

2) Écrire la demi-équation électronique correspondant au couple MnO_4^- / Mn^{2+} .

.....
.....

3) En déduire l'équation de la réaction du titrage des ions fer II par les ions permanganate MnO_4^-

.....
.....

Appel n°1 du professeur pour validation

III. Réalisation des deux titrages

5) Effectuer les deux titrages (rapide et précis). Noter les deux volumes équivalents mesurés dans le compte-rendu.

Rappel :

- Lors d'un **dosage rapide**, on ajoute la solution titrante millilitre par millilitre jusqu'à l'équivalence. On appelle V le volume de solution titrante versée.
- Lors du **dosage précis**, on ajoute, en une fois, un volume $(V - 2)$ mL de solution titrante, puis on continue les ajouts **goutte à goutte** jusqu'à l'équivalence.

Appel n°4 du professeur pour validation

6) A partir de l'équation du titrage, en déduire une relation entre la quantité de matière d'ions fer II initialement présente $n_0(\text{Fe}^{2+})$ et la quantité de matière d'ions permanganate introduite à l'équivalence $n_0(\text{MnO}_4^-)$.

7) En déduire l'expression de la concentration en ions fer II notée $C_1(\text{Fe}^{2+})$ dans la solution diluée, en fonction :

- du volume de solution anti-chlorose prélevé V_1 ,
- de la concentration en ion permanganate $C_2(\text{MnO}_4^-)$,
- du volume de solution titrante en ion permanganate versé à l'équivalence $V_{2\text{éq}}$.

Calculer la valeur de cette concentration de la solution anti-chlorose. $C_2(\text{MnO}_4^-) = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

8) En déduire la concentration en masse $C_m(\text{Fe}^{2+})$ en ions fer II

9) En déduire le pourcentage en masse en ions fer II dans le produit anti-chlorose.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Appel n°5 du professeur pour validation

IV- Erreurs et incertitudes

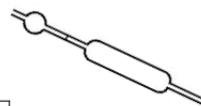


A : Utilisation d'une pipette ou d'une fiole jaugée

▪ On prélève un volume **V** avec une pipette jaugée de tolérance **t**

Pipettes jaugées à 1 trait (classe A) :

V (mL)	2	5	10	15	20	25
t (mL)	0,010	0,015	0,020	0,020	0,030	0,030



▪ On utilise une fiole jaugée de volume **V** et de tolérance **t**

Fioles jaugées (classe A) :

V_N (mL)	25	50	100	200	250	500	1000
t (mL)	0,060	0,060	0,10	0,15	0,15	0,25	0,40

L'incertitude de la mesure est due :		
à une erreur d'étalonnage	à une erreur de lecture , lorsque l'on ajuste le trait de jauge	à une erreur due à la température du liquide *
$UV_{et} = \frac{2}{\sqrt{3}} \times t$	$UV_{lec} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times t$	$UV_0 = 9,75 \cdot 10^{-4} \times V$ On néglige souvent cette incertitude par rapport aux autres

*lorsque la température augmente, le verre et l'eau se dilatent

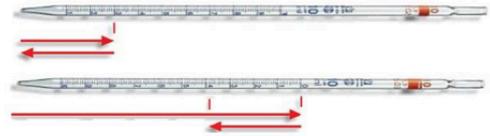
$$UV^2 = UV_{et}^2 + UV_{lec}^2 + (UV_0^2)$$

B : Utilisation d'une pipette ou d'une burette graduée

▪ On prélève un volume **V** avec une pipette graduée de *tolérance t* , et de *pas de graduation grad*

Pipettes graduées (classe A) :

V_N (mL)	1	2	5	10	
t (mL)	0,006	0,010	0,030	0,050	Classe A
t (mL)	0,010	0,020	0,050	0,100	Classe B



L'incertitude de la mesure est due :		
à une erreur d'étalonnage	à une erreur de lecture	à une erreur due à la température du liquide
$UV_{et} = \frac{2}{\sqrt{3}} \times t$	$UV_{lec} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times grad$ <p style="font-size: small;">pour la pipette avec zéro en bas (lecture unique)</p> <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $UV_{lec} = \frac{2}{\sqrt{3}} \times grad$ <p style="font-size: small;">pour la pipette avec zéro en haut ou pour une burette (lecture double)</p>	$UV_{\theta} = 9,75 \cdot 10^{-4} \times V$ <p style="font-size: small;">On néglige souvent cette incertitude par rapport aux autres</p>

$$UV^2 = UV_{et}^2 + UV_{lec}^2 + (UV_{\theta})^2$$

10) La verrerie utilisée est de classe A, **estimer** les incertitudes dues uniquement aux erreurs de lecture sur :

- a) Le volume de solution titrée : $U(V_{titrée}) = \dots\dots\dots$
 b) Le volume de solution titrante versée à l'équivalence : $U(V_{eq}) = \dots\dots\dots$

11) En observant les données, préciser les incertitudes sur :

- a) La concentration molaire de la solution de permanganate de potassium :
 $U(C_{MnO_4^-}) = \dots\dots\dots$
 b) La masse molaire atomique du fer: $U(M_{Fe}) = \dots\dots\dots$

12) L'incertitude sur la mesure de la concentration massique en fer C_{Fe} est donnée par :

$$U(C_{Fe}) = C_{Fe} \times \sqrt{\left(\frac{U(V_{eq})}{V_{eq}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{titré})}{V_{titré}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_{MnO_4^-})}{C_{MnO_4^-}}\right)^2 + \left(\frac{U(M_{Fe})}{M_{Fe}}\right)^2}$$

Calculer l'incertitude $U(C_{Fe})$ sur la concentration massique en fer de la solution anti-chlorose et en déduire un encadrement du pourcentage massique déterminé précédemment.

.....

13) Conclure quant à l'origine du produit afin de satisfaire à la demande du vigneron :

.....

Appel n°6 du professeur pour validation