

PCPI – 1 TS CIRA
BTS CIRA
 Contrôle Industriel et Régulation Automatique

Chapitre 7
TITRAGES D'OXYDOREDUCTION

CHIMIE



TP10– Dosage du fer dans un cachet



Objectifs :

- Relier évolution quantité matière réactifs/produits à l'état final en fonction du volume de solution titrante ajoutée
- Relier équivalence au changement de réactif limitant
- Relier équivalence à introduction réactifs dans proportions stœchiométriques
- Expliquer changement couleur à l'équivalence lors d'un titrage

..... / 40
 / 20

PROBLEMATIQUE



Je pense que mon drôle de patient est anémié il devrait absorber **140 mg** de fer par jour.
 Pour ça, je devrais lui prescrire un médicament : le Tardyferon® qui contient des ions fer II ($Fe^{2+}_{(aq)}$).
 Mais combien de comprimés devra t il prendre par jour ????

DOCUMENTS

DOC 1 : Le protocole de préparation de la solution contenant 1 seul cachet

PROTOCOLE DEJA FAIT

- Dissoudre un comprimé de Tardyferon® dans $V = 100,0 \text{ mL}$ d'eau.
- Obtenir une solution
 → appelée solution titrée
 → notée $S_{titrée}$
 → de concentration molaire notée C_1
 → contenant des ions fer II de formule $Fe^{2+}_{(aq)}$
- Introduire dans un erlenmeyer un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ de solution titrée $S_{titrée}$



DOC 2 : Rappel sur les proportions stœchiométriques

<https://www.youtube.com/watch?v=5gQYIwHaOJ0>



* Stœchiométrie =

- * Coefficients stœchiométriques
 $Cu^{2+}_{(aq)} + 2 HO^{-}_{(aq)} = Cu(OH)_{2(s)}$
- * Proportions stœchiométriques
 $aA + bB = cC$
 $\frac{m_i(A)}{a} = \frac{m_i(B)}{b}$



$aA + bB \rightarrow cC + dD$

PROPORTIONS STœCHIMÉTRIQUES $\rightarrow \frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b}$

$\frac{C_A \times V_A}{a} = \frac{C_B \times V_B}{b}$



<https://www.youtube.com/watch?v=wxejdhZ1L4I>



MÉLANGE STœCHIMÉTRIQUE

Lorsque **tous les réactifs sont consommés** à la fin de la réaction, ils ont été introduits dans **les proportions stœchiométriques**.

→ Les quantités initiales des réactifs sont dans les proportions de leurs nombres stœchiométriques

		$2 Al_{(s)} + 3 I_{2(aq)} \rightarrow 2 AlI_{3(s)}$		
ÉTAT	AVANCEMENT	QUANTITÉ DE MATIÈRE (en mol)		
INITIAL	0	6 mol	9 mol	0
FINAL	x_{max}			

MÉLANGE STœCHIMÉTRIQUE $\rightarrow \frac{6 \text{ mol}}{2} = \frac{9 \text{ mol}}{3}$

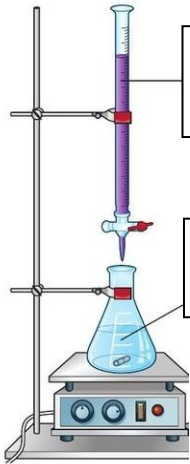
DOC 3 : Le principe d'un dosage



<https://www.youtube.com/watch?v=-k0KXSSD3IE>



SCHEMA DU DISPOSITIF



Dans une burette
Solution **titrante** de concentration molaire **connue**

ESPECE
CHIMIQUE
1

Dans un erlenmeyer
Solution **titrée** de concentration molaire **inconnue**

ESPECE
CHIMIQUE
2

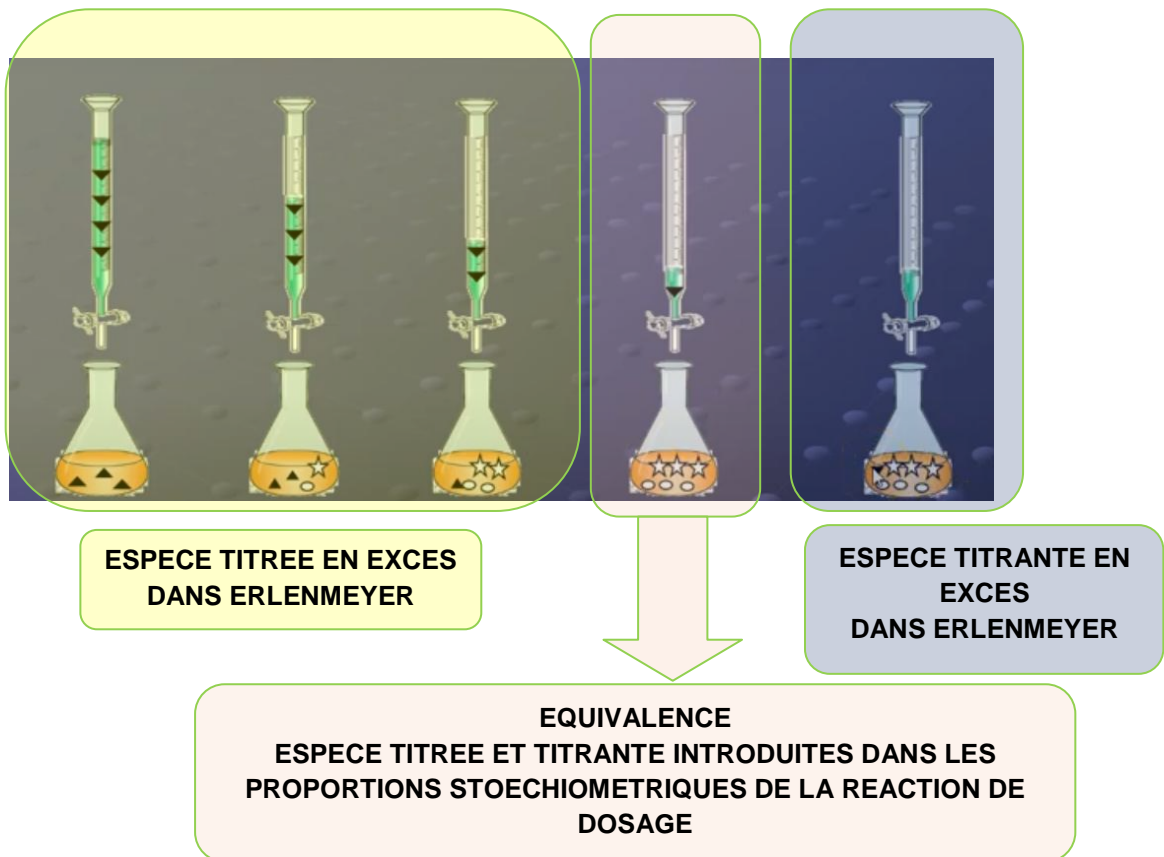
COMMENT
UTILISER UNE
BURETTE
GRADUEE ?



<https://www.youtube.com/watch?v=WyveiVXSMps>

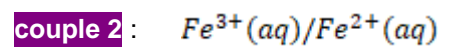
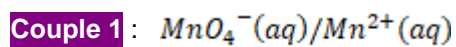


PRINCIPE



DOC 4 : Données importantes

- Couples oxydant / réducteur :



- Les ions permanganate $MnO_4^-(aq)$ donnent une couleur violette à la solution qui les contient

- $M(Fe) = 55,8 \text{ g.mol}^{-1}$

REALISER	
Q1	<p>PROTOCLE EXPERIMENTAL</p> <p>ETAPE 1 : Préparation de la solution TITRANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Placer un bécher poubelle sous la burette graduée <input type="checkbox"/> Rincer la burette avec de l'eau distillée <input type="checkbox"/> Rincer la burette avec la solution qu'elle va contenir, c'est-à-dire la solution titrante acidifiée de permanganate de potassium S_{titrante} de concentration $C_2 = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ en ions permanganate MnO_4^- (les ion potassium K^+ sont spectateurs) <input type="checkbox"/> Remplir la burette avec la solution titrante en dépassant le zéro <input type="checkbox"/> Ajuster le zéro de la burette en ouvrant le robinet et vérifier qu'il n'y ait pas de bulles au bas de la burette sous le robinet <p>ETAPE 2 : Préparation de la solution TITREE</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Rincer la pipette jaugée à l'eau distillée <input type="checkbox"/> Rincer la pipette jaugée avec la solution titrée (en faisant un prélèvement que vous vider dans le bécher poubelle) <input type="checkbox"/> Prélever correctement $V = 20\text{mL}$ de solution titrée <input type="checkbox"/> Verser cette solution titrée dans un erlenmeyer <p>ETAPE 3 : le dosage</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mettre le barreau aimanté délicatement dans l'erlenmeyer <input type="checkbox"/> Placer l'erlenmeyer sur l'agitateur magnétique <input type="checkbox"/> Mettre en route l'agitation (attention il ne doit pas y avoir d'éclaboussures sur les parois du récipient) <input type="checkbox"/> Placer la burette graduée au-dessus de l'erlenmeyer (voir schéma DOC 3) <input type="checkbox"/> Appeler le professeur pour validation avant de commencer le dosage <input type="checkbox"/> En agitant, verser la solution titrante mL par mL et repérer, le changement de coloration dans l'erlenmeyer. <input type="checkbox"/> Recommencer un deuxième titrage et repérer à la goutte près le changement de couleur <input type="checkbox"/> Noter le volume versé V_{2E} <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 10px;"> $V_{2E} = 13,8 \text{ mL}$ </div>

ANALYSER	
Q2	<p>Expliquer comment repère-t-on l'équivalence en complétant les phrases suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avant équivalence dans l'erlenmeyer : l'espèce majoritaire (en excès) est $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ de couleur incolor • Après équivalence dans l'erlenmeyer : l'espèce majoritaire (en excès) est $\text{MnO}_4^-_{(aq)}$ de couleur violette <p>On en déduit donc que l'équivalence sera donc repérée au changement de couleur</p>

APPROPRIER	
Q3	<p>Donner la formule des 2 ions réactifs : $\text{MnO}_4^-_{(aq)}$ $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$</p>
Q4	<p>A l'aide des couples oxydant/réducteur écrire</p> <ul style="list-style-type: none"> • La $\frac{1}{2}$ équation électronique avec le couple 1 dans le « bon » sens $\text{MnO}_4^-_{(aq)} + 8\text{H}^+_{(aq)} + 5\text{e}^- = \text{Mn}^{2+}_{(aq)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;">x 1</div> • La $\frac{1}{2}$ équation électronique avec le couple 2 dans le « bon » sens $\text{Fe}^{2+}_{(aq)} = \text{Fe}^{3+}_{(aq)} + 1\text{e}^-$ <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;">x 5</div>

Q5	<p>En déduire l'équation bilan de la réaction de support du titrage en milieu acide</p> <p>Attention</p> <p>→ il doit y avoir le même échange d'électrons entre les 2 ½ équations électroniques</p> <p>→ les électrons n'apparaissent pas dans l'équation bilan</p> $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 8\text{H}^+ (\text{aq}) + 5\text{Fe}^{2+} (\text{aq}) \rightarrow \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 5\text{Fe}^{3+} (\text{aq})$	<p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p>
-----------	--	--

ANALYSER

Q6	<p>Compléter</p> <p>Espèce titrante :</p> <p>→ composée d'ions $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$</p> <p>→ concentration molaire : $C_2 = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$</p> <p>→ volume versé à l'équivalence : $V_{2E} = 13,8 \text{ mL}$</p> <p>Espèce titrée :</p> <p>→ composée d'ions $\text{Fe}^{2+} (\text{aq})$</p> <p>→ concentration molaire : $C_1 = ?$</p> <p>→ volume présent dans l'erlenmeyer ; $V_1 = 20 \text{ mL}$</p>	<p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p>
-----------	--	--

Q7	<p>Compléter la phrases suivante :</p> <p>A l'équivalence les espèces chimiques titrée et titrante ont été introduites dans les proportions stœchiométriques de la réaction support du dosage</p> <p>Cela signifie mathématiquement la relation suivante :</p> <p>Ecrire l'égalité entre les quantité de matière n_1 de l'espèce titrante et n_2 de l'espèce titrée à l'équivalence en utilisant les coefficients stœchiométriques.</p> $n_1 \text{ initial}(\text{Fe}^{2+}) / 5 = n_{2E}(\text{MnO}_4^-) / 1$	<p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p>
-----------	--	--

Q8	<p>En déduire l'expression puis le calcul de la concentration molaire en ions fer II C_1 dans la solution $S_{\text{titrée}}$</p> $C_1 \times V_1 / 5 = C_2 \times V_{2E} / 1$ $C_1 = 5 \times C_2 \times V_{2E} / V_1$ $= 5 \times 4,0 \times 10^{-3} \times 13,8 / 20,0$ $= 1,4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	<p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p>
-----------	---	--

Q9	<p>Exprimer puis calculer alors la masse notée $m(\text{Fe})$ d'ions fer II contenus dans un comprimé</p> <ul style="list-style-type: none"> Etape 1 : Calcul de la concentration en masse C_{1m} : $C_{1m} = C_1 \times M(\text{Fe})$ $= 1,4 \times 10^{-2} \times 55,8$ $= 7,8 \times 10^{-1} \text{ g.L}^{-1}$ Etape 2 : Calcul de la masse notée $m(\text{Fe})$ $m(\text{Fe}) = C_{1m} \times V_{\text{sol}}$ $= 7,8 \times 10^{-1} \times 100 \times 10^{-3}$ $= 0,078 \text{ g} = 78 \text{ mg}$ 	<p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p> <p>•</p>
-----------	---	--

Q10	<p>Répondre à la question du TP</p> <p>En dissolvant 1 comprimé on a une masse $m(\text{Fe})$ de 78 mg</p> <p>Il faut donc prescrire 2 cachets pour avoir au moins une masse de 140 mg de fer</p>	<p>•</p> <p>•</p> <p>•</p>
------------	---	----------------------------

Professeur : gg et flo	Salle :
Jour : 30-03-2026	Heure :
Cours	
TP : oui	Nombre de groupes : 4

Matériel, produits, montages et solution

Poste professeur :

- Solution sulfate de fer II à $C_1 = 1,4 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ (1 L)
- Solution de permanganate de potassium à $C_2 = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ (1L)
- Bidon récupération fer et permanganate
- Baguette aimantée pour récupérer le barreau aimanté

Poste élève :

- Erlenmeyer
- Barreau aimantée
- Agitateur magnétique
- 3 béchers 100 mL
- Pot poubelle
- Burette
- Pipette jaugée 20,0 mL et propipette

