

Étude de la cinétique de formation du complexe EDTA-Cr(III)

CHM1711 A3

Démonstratrice
Montserrat Zidan

10 novembre 2016

Département de Chimie

Université d'Ottawa

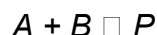
Introduction

La chimie est omniprésente dans la société moderne, particulièrement dans les secteurs industriels de l'agro-alimentation, les applications pharmaceutiques et même la conception mécanique. Or, grâce à l'avancée des techniques scientifiques de pointe, les réactions chimiques conçues se surpassent, afin d'atteindre un rendement et une efficacité optimale à l'objectif établi. L'un de ces critères si vitaux à l'efficacité d'une réaction est la vitesse de réaction, soit l'énergie cinétique de la réaction chimique, puisque le produit final d'une réaction importe peu si elle ne peut pas former le produit à temps.

C'est de ce besoin pour des réaction à vitesses optimales que la chimie cinétique a été conçue, soit l'étude des facteurs ayant une influence sur la vitesse d'une réaction. Elle permet de déterminer non seulement la fluctuation de la vitesse d'une réaction chimique, mais également le rôle des réactifs sur le développement de cette vitesse. En fait, chaque réactif possède un certain impact sur la vitesse de la réaction chimique, qu'il soit majeur ou infime, et ce rôle dans la réaction est nommé l'ordre de réaction. Cette relation entre les réactifs et la vitesse de réaction est exprimée concrètement par la proportion mathématique suivante

$$\text{Vitesse} = k [A]^n [B]^i$$

Pour une réaction¹



Dans cette équation, il existe une constante de proportionnalité exprimée par k , dont l'unité de mesure est mol/L. k est une valeur constante propre à toute réaction en des conditions précises.

A et B représentent les concentrations de chaque substance. Les valeurs n et i représentent leur ordre de réaction partiels. Un ordre de réaction d'un seul substrat est considéré partiel car il n'impacte que partiellement la vitesse de la réaction. Par contre, la somme des ordres de réactions partiels des substrats d'une réaction est nommée l'ordre de réaction global. Cependant, selon Dr. Alan Jircitano, professeur associé de Chimie à l'Université de l'État de Pennsylvanie, les ordres de réaction des substrats ne sont déterminés que strictement par protocole expérimentale².

¹ Département de Chimie de l'Université d'Ottawa; Expérience #4: La Folie de la Vitesse, ce tournis qui affecte tous les moutons de l'Occident; Université d'Ottawa; page 45

² <http://chemistry.bd.psu.edu/jircitano/kinetics.html>; Dr. Alan J. Jircitano; *Chemical Kinetics*

Parmi les multiples processus expérimentaux de la cinétique chimique utilisés pour déterminer l'ordre des réactifs d'une réaction, l'un d'eux consiste en l'analyse de l'évolution de la formation des produits de la réaction. Le développement de ces concentrations permettent de déterminer la vitesse d'utilisation des réactifs selon leurs rapports stoechiométriques et, par conséquent, leurs ordres de réaction.

L'une des méthodes d'analyse est par l'utilisation d'un spectrophotomètre, soit un outil qui émet des ondes lumineuses à fréquences précises, tout en mesurant le taux d'absorption de la substance à travers laquelle les ondes se déplacent. Lors de cette expérience, il sera question de la variation du taux d'absorbance ou de transmittance des systèmes chimiques.

L'équation utilisée par le spectrophotomètre permet de négliger les fluctuations en concentrations des réactifs et produits des échantillons qui seront analysés. Cette relation est nommée la *Loi de Beer-Lambert* et exprime ainsi la corrélation entre le taux d'absorption

$$A = \epsilon b c$$

ϵ = coefficient spécifique d'absorption molaire

b = longueur du cheminement du rayon

c = concentration de la substance absorbant l'onde lumineuse

Conséquemment, le taux d'absorption, et donc de transmittance, est directement proportionnel à la concentration de réactifs. Une fluctuation de l'absorbance serait donc directement corrélationnel par rapport à la fluctuation de concentration, rendant ainsi l'analyse de la concentration redondante.

Procédure

Incluse et décrite dans le protocole du manuel de laboratoire

Observations et résultats

*Il est noté que, selon les instructions de la Coordinatrice des Laboratoires, les valeurs de transmittance pour $t = 0$; 42 et 44 ainsi que les données issues de ces pourcentages de transmittance, ont été négligées durant l'analyse des résultats. En raison de pertinence, ces valeurs ont été retirées des tableaux et graphiques ci-dessous.

Tableau de données accumulées avec l'échantillon de pH 4,0

Temps (minutes)	Transmittance (%) à 550,8nm	A(t)	A(CrIII)	log(A(CrIII))	Vitesse	log(Vitesse)	Observations
0	52.49387	0.27989 1	1.3941 09				EDTA à pH 4,0
2	52.4917	0.27990 9	1.3940 91	0.144263	-0.04633		10ml EDTA et 2 gouttes de Cr(III)
4	52.99682	0.27575	1.3982 5	0.145507	-0.06765		Échantillon placé dans spectrophotomètre à $t = 2$ min
6	52.47066	0.28008 3	1.3939 17	0.287802	0.002158	-2.66588	
8	51.81552	0.28554	1.3884 6	0.142389	0.071389	-1.14637	*À cause des problèmes techniques de fichier du LabQuest, seuls les pH 4,0 et 5,0 seront enregistrés.
10	50.91493	0.29315 5	1.3808 45	0.140194	0.026667	-1.57403	
12	49.90854	0.30182 5	1.3721 75	0.137354	0.012	-1.92082	
14	48.84767	0.31115 6	1.3628 44	0.134496	0.004722	-2.32585	
16	47.74716	0.32105 2	1.3529 48	0.131298	0.004931	-2.3071	*Essai#1 est pH 4,0 intact et Essai#2 est pH 4,0 chauffé
18	46.64495	0.33119 5	1.3428 05	0.128076	0.004986	-2.30224	(Pré-essai): Solution chauffée
20	45.5731	0.34129 1	1.3327 09	0.12483	0.005	-2.30103	

22	44.54454	0.35120 6	1.3227 94	0.12156	0.005	-2.30103	pendant 10 minutes. Couleur transparente à mauve foncée Essai #1 retiré après 40 minutes, Essai #2 placé après 42 minutes
24	43.53941	0.36111 7	1.3128 83	0.118265	0.005	-2.30103	
26	42.51539	0.37145 4	1.3025 46	0.114944	0.004986	-2.30224	
28	41.57924	0.38112 3	1.2928 77	0.111599	0.004944	-2.30588	
30	40.64824	0.39095 8	1.2830 42	0.108227	0.004792	-2.31951	
32	39.76903	0.40045 5	1.2735 45	0.105169	0.004708	-2.32713	
34	38.92401	0.40978 2	1.2642 18	0.101747	0.004556	-2.34146	
36	38.17673	0.41820 1	1.2557 99	0.09899	0.0045	-2.34679	
38	37.34312	0.42778 9	1.2462 11	0.095518	0.004444	-2.35218	
40	36.66399	0.43576	1.2382 4	0.092721	0.004222	-2.37446	
42	2.143991	1.66877 7	0.0052 23				
44	2.120382	1.67358 6	0.0004 14				

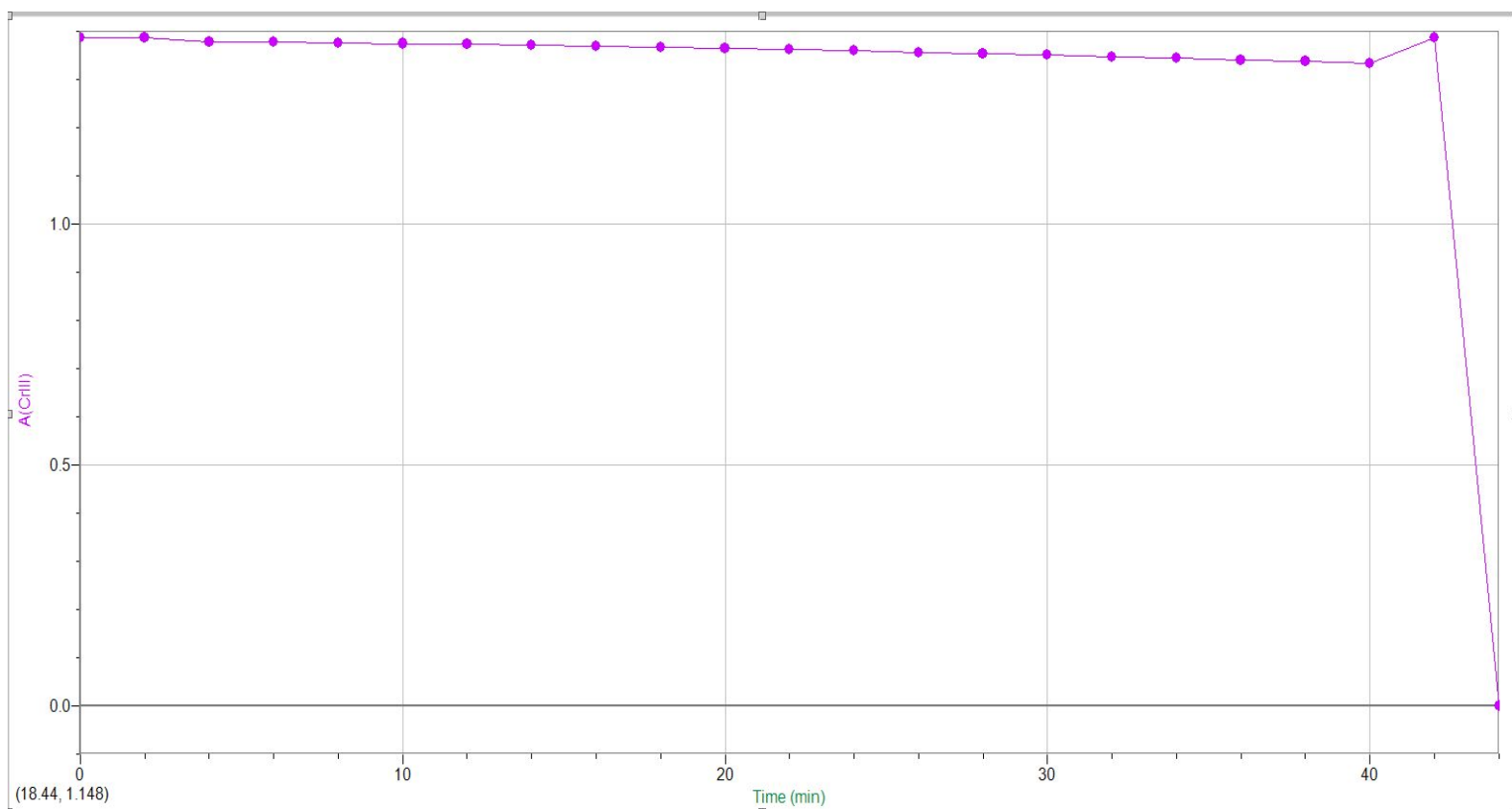


Fig 1.1 Graphique exprimant le taux d'absorbance de l'ion Cr(III) ($A(\text{CrIII})$) en mol/L selon le temps écoulé en minutes (t), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III). pH de la solution est de 4,0. Mesures prises par le logiciel LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre mesurant le pourcentage de transmittance de l'échantillon, puis converti avec la fonction $\log(100/T)$

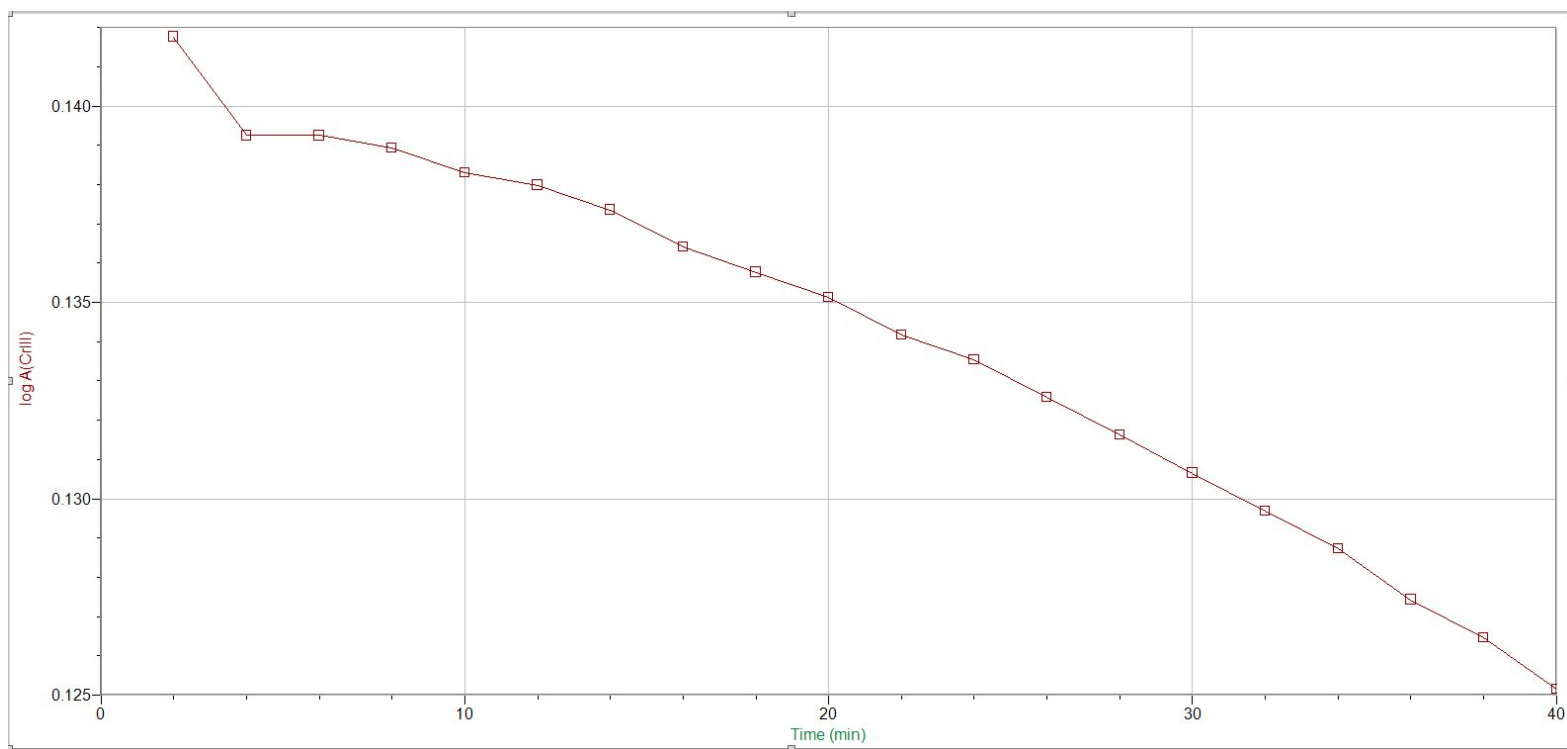


Fig 1.2 Graphique exprimant la fonction logarithmique du taux d'absorbance de l'ion Cr(III) ($\log A(\text{Cr(III)})$) en mol/L selon le temps écoulé en minutes (t), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III). pH de la solution est de 4,0. Mesures prises par le logiciel LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre mesurant le pourcentage de transmittance de l'échantillon, puis converti avec la fonction $\log(100/T)$.

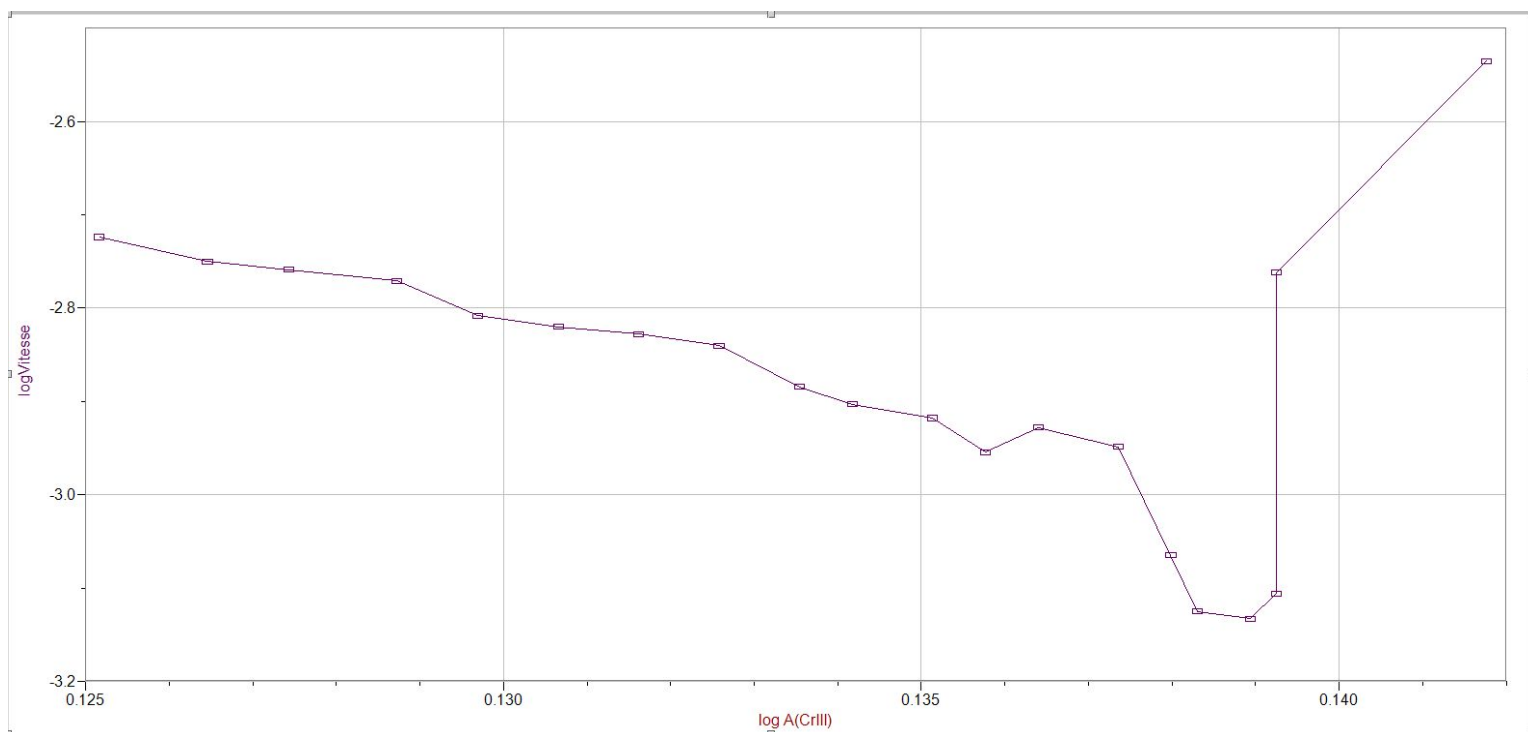


Fig 1.3 Graphique exprimant la fonction logarithmique de la vitesse de réaction (logV) par rapport à la fonction logarithmique du taux d'absorbance de l'ion Cr(III) (A(Cr(III))), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III). pH de la solution est de 4,0. Mesures prises par le logiciel LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre.

Tableau de données accumulées avec l'échantillon de pH 5,0

Temps (minutes)	Transmittance (%) à 539,8nm	A(t)	A(CrIII)	log(A(CrIII))	Vitesse	log(Vitesse)	Observations
0	52.54616	0.27945 9	1.38654 1				Couleur transparente (10 ml EDTA + 2gouttes Cr(III))
2	52.52875	0.27960 3	1.38639 7	0.141763	0.00291 7	-2.53511	
4	51.55007	0.28777 1	1.37822 9	0.139249	0.00172 9	-2.76216	Durant essai, couleur mauve pâle se développe
6	51.51709	0.28804 9	1.37795 1	0.139249	0.00078 3	-3.10605	
8	51.37076	0.28928 4	1.37671 6	0.138934	0.00073 6	-3.13306	Essai #4 (pH5,0)

10	51.15907	0.29107 7	1.37492 3	0.138303	0.00075	-3.12494	chauffé): Solution chauffée pendant 10 min. Couleur transparente à mauve foncée
12	50.99774	0.29244 9	1.37355 1	0.137987	0.00086 1	-3.06494	
14	50.76694	0.29441 9	1.37158 1	0.137354	0.00112 5	-2.94885	
16	50.51565	0.29657 4	1.36942 6	0.136403	0.00118 1	-2.92791	
18	50.26969	0.29869 4	1.36730 6	0.135769	0.00111 1	-2.95424	
20	50.01721	0.30088 1	1.36511 9	0.135133	0.00120 8	-2.91781	
22	49.70599	0.30359 1	1.36240 9	0.134177	0.00125	-2.90309	
24	49.47069	0.30565 2	1.36034 8	0.133539	0.00130 6	-2.8842	
26	49.05519	0.30931 5	1.35668 5	0.13258	0.00144 4	-2.8403	
28	48.70758	0.31240 3	1.35359 7	0.131619	0.00148 6	-2.82795	
30	48.39658	0.31518 5	1.35081 5	0.130655	0.00151 4	-2.81991	
32	48.0397	0.3184	1.3476	0.12969	0.00155 6	-2.80811	
34	47.71881	0.32131	1.34469	0.128722	0.00169 4	-2.77097	
36	47.28571	0.32527	1.34073	0.127429	0.00174 2	-2.75903	
38	46.96656	0.32821 1	1.33778 9	0.126456	0.00177 8	-2.75012	
40	46.61208	0.33150 2	1.33449 8	0.125156	0.00188 9	-2.72379	

42	52.55113	0.27941 8	1.38658 2				
44	2.157674	1.66601 4	-1.42E-0 5				

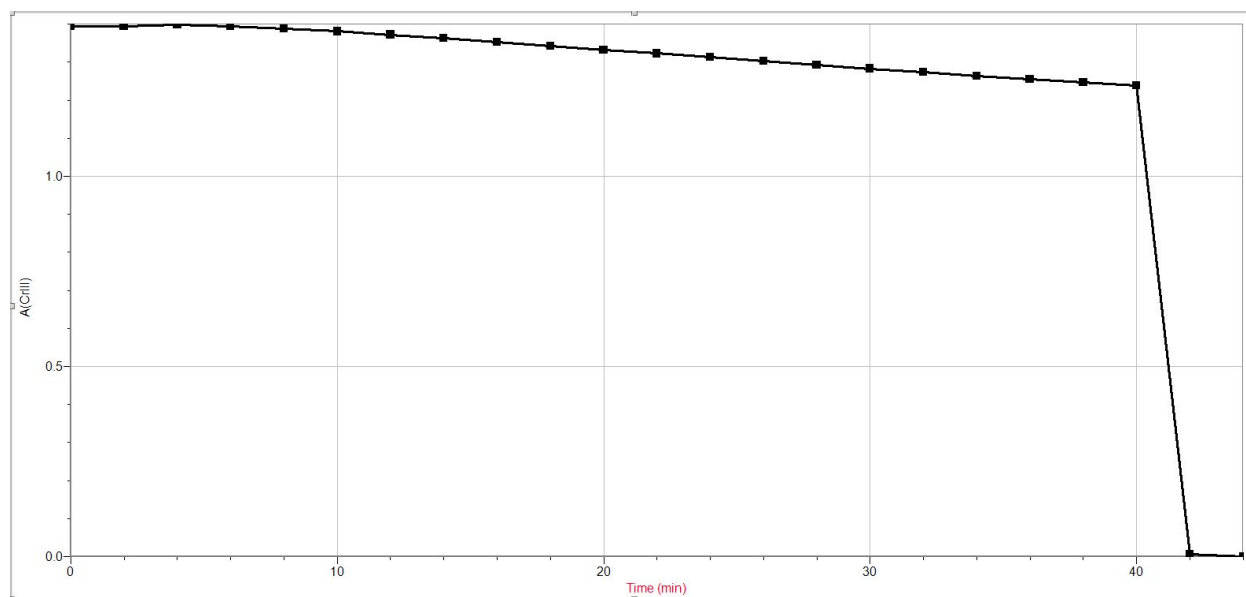


Fig 2.1 Graphique exprimant le taux d'absorbance de l'ion Cr(III) ($A(\text{Cr(III)})$) en mol/L selon le temps écoulé en minutes (t), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III). pH de la solution est de 5,0. Mesures prises par le logiciel LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre mesurant le pourcentage de transmittance de l'échantillon, puis converti avec la fonction $\log(100/T)$

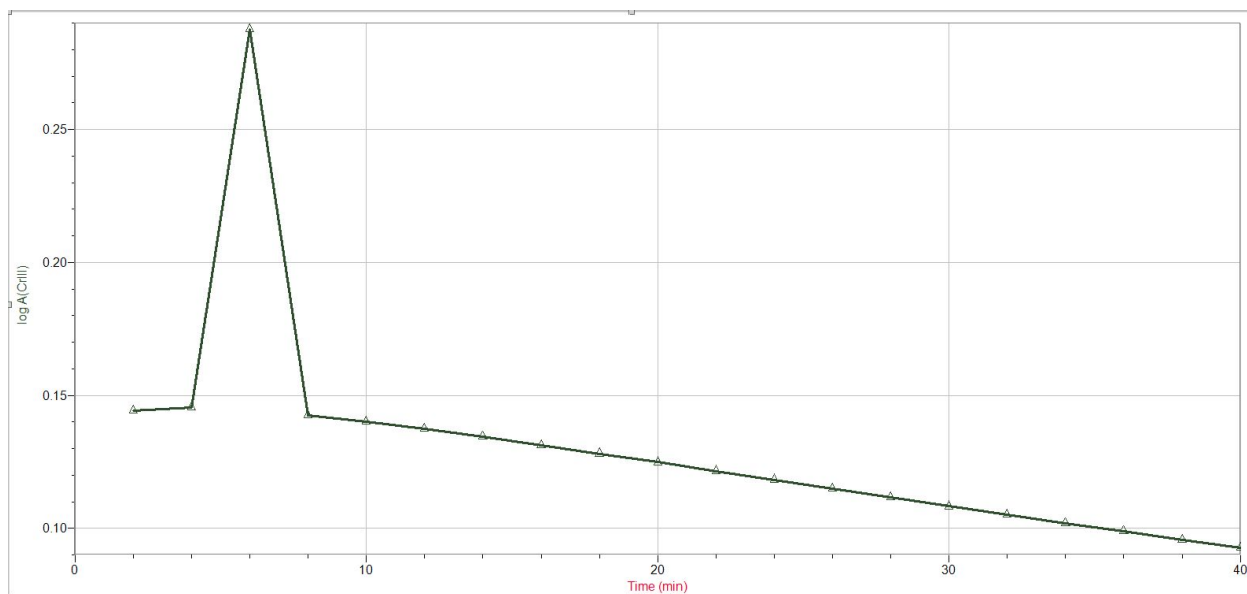


Fig 2.2 Graphique exprimant la fonction logarithmique du taux d'absorbance de l'ion Cr(III) ($\log A(\text{Cr(III)})$) en mol/L selon le temps écoulé en minutes (t), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III). pH de la solution est de 5,0. Mesures prises par le logiciel LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre mesurant le pourcentage de transmittance de l'échantillon, puis converti avec la fonction $\log(100/T)$.

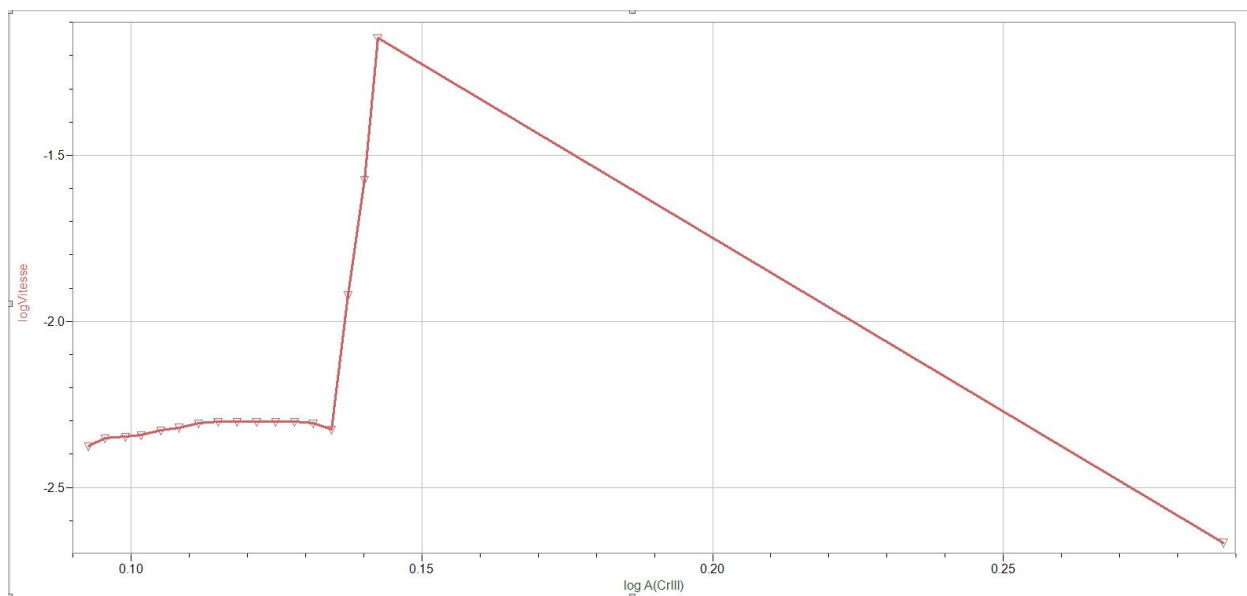


Fig 2.3 Graphique exprimant la fonction logarithmique de la vitesse de réaction ($\log V$) par rapport à la fonction logarithmique du taux d'absorbance de l'ion Cr(III) ($\log A(\text{Cr(III)})$), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III). pH de la solution est de 5,0. Mesures prises par le logiciel LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre.

*Tableau de données accumulées avec l'échantillon de pH 4,5
(Données recueillies de Callie Graziadei)*

Temps (min)	Transmittance (%) à 550,8nm	A(t)	A(CrIII)	log(A(CrIII))	Vitesse	log(Vitesse)
0	61.26252	0.212805	0.419135			
2	60.6615	0.217087	0.414853	-0.38195	0.002694	-2.56953
4	59.99831	0.221861	0.410079	-0.38722	0.003014	-2.52087
6	59.12367	0.228239	0.403701	-0.39362	0.003533	-2.45182
8	58.14289	0.235503	0.396437	-0.4023	0.004153	-2.38166
10	56.95055	0.244502	0.387438	-0.41229	0.004639	-2.33359
12	55.66416	0.254424	0.377516	-0.42251	0.005319	-2.27413
14	54.12064	0.266637	0.365303	-0.43771	0.005694	-2.24455
16	52.83095	0.277112	0.354828	-0.44977	0.005958	-2.22488
18	51.24832	0.29032	0.34162	-0.46597	0.006528	-2.18523
20	49.67614	0.303852	0.328088	-0.48413	0.006722	-2.17249
22	48.18964	0.317046	0.314894	-0.50169	0.006861	-2.16361
24	46.65417	0.33111	0.30083	-0.52143	0.007194	-2.143
26	45.12246	0.345607	0.286333	-0.54363	0.007417	-2.12979
28	43.61425	0.360372	0.271568	-0.56543	0.007861	-2.10452
30	41.77559	0.379077	0.252863	-0.59688	0.007639	-2.11697
32	40.68062	0.390612	0.241328	-0.61798	0.007236	-2.14049
34	39.24826	0.40618	0.22576	-0.64589	0.007625	-2.11776
36	37.86134	0.421804	0.210136	-0.67778	0.007817	-2.10698
38	36.47516	0.438003	0.193937	-0.7122	0.007778	-2.10914
40	35.26247	0.452687	0.179253	-0.74715	0.007639	-2.11697
42	23.08264	0.636714	-0.00477			
44	23.33803	0.631936	4.16E-06			

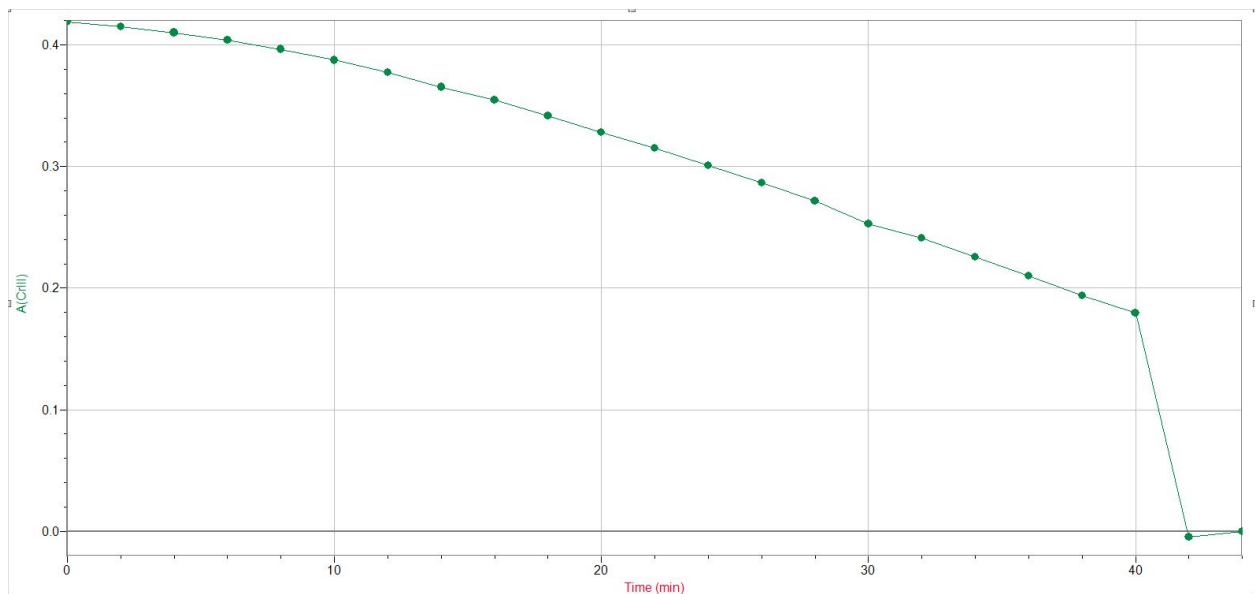


Fig 3.1 Graphique exprimant le taux d'absorbance de l'ion Cr(III) ($A(\text{Cr(III)})$) en mol/L selon le temps écoulé en minutes (t), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III). pH de la solution est de 5,0. Mesures prises par le logiciel LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre mesurant le pourcentage de transmittance de l'échantillon, puis converti avec la fonction $\log(100/T)$

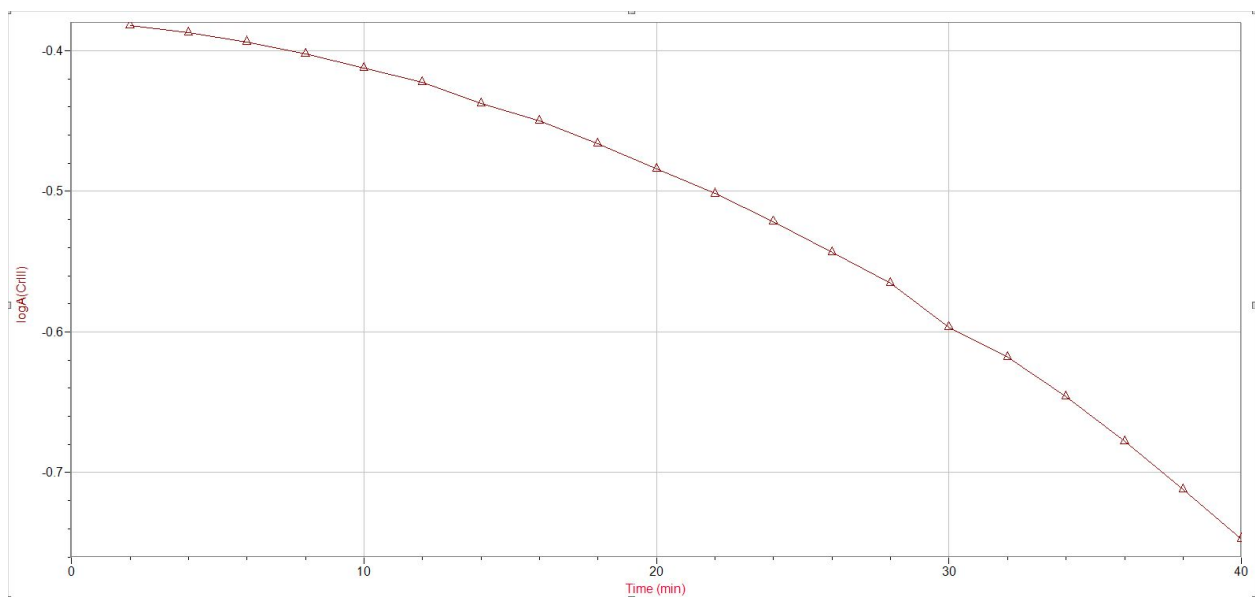


Fig 3.2 Graphique exprimant la fonction logarithmique du taux d'absorbance de l'ion Cr(III) ($\log A(\text{Cr(III)})$) en mol/L selon le temps écoulé en minutes (t), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III). pH de la solution est de 5,0. Mesures prises par le logiciel

LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre mesurant le pourcentage de transmittance de l'échantillon, puis converti avec la fonction $\log(100/T)$.

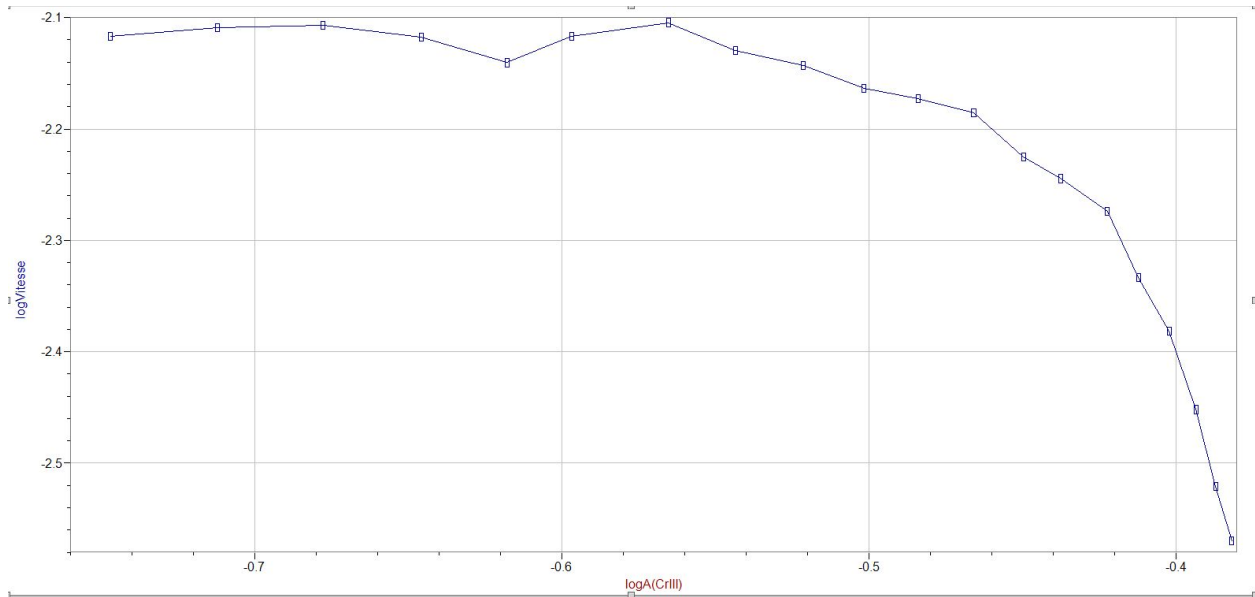


Fig 3.3 Fig 1.3 Graphique exprimant la fonction logarithmique de la vitesse de réaction ($\log V$) par rapport à la fonction logarithmique du taux d'absorbance de l'ion Cr(III) ($A(\text{Cr(III)})$), pour un échantillon de solution EDTA et de Cr(III) . pH de la solution est de 5,0. Mesures prises par le logiciel LoggerPro par le biais d'un spectrophotomètre.

Time (min)	Trans @ 550.8 nm (%)	A(t)	A(CrIII)	log A(CrIII)	Vitesse	logVitesse	A(CrIII)2	Time (min)	Trans @ 550.8 nm (%)	A(t)	A(CrIII)	log A(CrIII)	Vitesse	logVitesse	A(CrIII)2
0	52.494	0.280	1.394					0	52.546	0.279	1.387				
2	52.492	0.280	1.394	0.144	-0.046		1.394	2	52.529	0.280	1.386	0.142	0.003	-2.535	1.386
4	52.997	0.276	1.398	0.146	-0.068		1.398	4	51.550	0.288	1.378	0.139	0.002	-2.762	1.378
6	52.471	0.280	1.394	0.288	0.002	-2.666	1.94	6	51.517	0.288	1.378	0.139	0.001	-3.106	1.378
8	51.816	0.286	1.388	0.142	0.071	-1.146	1.388	8	51.371	0.289	1.377	0.139	0.001	-3.133	1.377
10	50.915	0.293	1.381	0.140	0.027	-1.574	1.381	10	51.159	0.291	1.375	0.138	0.001	-3.125	1.375
12	49.909	0.302	1.372	0.137	0.012	-1.921	1.372	12	50.998	0.292	1.374	0.138	0.001	-3.065	1.374
14	48.848	0.311	1.363	0.134	0.005	-2.326	1.363	14	50.767	0.294	1.372	0.137	0.001	-2.949	1.372
16	47.747	0.321	1.353	0.131	0.005	-2.307	1.353	16	50.516	0.297	1.369	0.136	0.001	-2.928	1.369
18	46.645	0.331	1.343	0.128	0.005	-2.302	1.343	18	50.270	0.299	1.367	0.136	0.001	-2.954	1.367
20	45.573	0.341	1.333	0.125	0.005	-2.301	1.333	20	50.017	0.301	1.365	0.135	0.001	-2.918	1.365
22	44.545	0.351	1.323	0.122	0.005	-2.301	1.323	22	49.706	0.304	1.362	0.134	0.001	-2.903	1.362
24	43.539	0.361	1.313	0.118	0.005	-2.301	1.313	24	49.471	0.306	1.360	0.134	0.001	-2.884	1.36
26	42.515	0.371	1.303	0.115	0.005	-2.302	1.303	26	49.055	0.309	1.357	0.133	0.001	-2.840	1.357
28	41.579	0.381	1.293	0.112	0.005	-2.306	1.293	28	48.708	0.312	1.354	0.132	0.001	-2.828	1.354
30	40.648	0.391	1.283	0.108	0.005	-2.320	1.283	30	48.397	0.315	1.351	0.131	0.002	-2.820	1.351
32	39.769	0.400	1.274	0.105	0.005	-2.327	1.274	32	48.040	0.318	1.348	0.130	0.002	-2.808	1.348
34	38.924	0.410	1.264	0.102	0.005	-2.341	1.264	34	47.719	0.321	1.345	0.129	0.002	-2.771	1.345
36	38.177	0.418	1.256	0.099	0.005	-2.347	1.256	36	47.286	0.325	1.341	0.127	0.002	-2.759	1.341
38	37.343	0.428	1.246	0.096	0.004	-2.352	1.246	38	46.967	0.328	1.338	0.126	0.002	-2.750	1.338
40	36.664	0.436	1.238	0.093	0.004	-2.374	1.238	40	46.612	0.332	1.334	0.125	0.002	-2.724	1.334
42	2.144	1.669	0.005					42	52.551	0.279	1.387				
44	2.120	1.674	0.000					44	2.158	1.666	0.000				

Fig 4.1 Données brutes du logiciel LoggerPro, obtenues à partir de la spectrophotométrie des échantillons de pH 4.0 (Run 1) et pH 5,0 (Run 2)

Time (min)	Trans @ 539.8 nm (%)	A(t)	A(CrIII)	logA(CrIII)	Vitesse	logVitesse	A(CrIII)2
0	61.263	0.21281	0.419				
2	60.662	0.21709	0.415	-0.382	0.003	-2.570	0.415
4	59.998	0.22186	0.410	-0.387	0.003	-2.521	0.41
6	59.124	0.22824	0.404	-0.394	0.004	-2.452	0.404
8	58.143	0.23550	0.396	-0.402	0.004	-2.382	0.396
10	56.951	0.24450	0.387	-0.412	0.005	-2.334	0.387
12	55.664	0.25442	0.378	-0.423	0.005	-2.274	0.378
14	54.121	0.26664	0.365	-0.438	0.006	-2.245	0.365
16	52.831	0.27711	0.355	-0.450	0.006	-2.225	0.355
18	51.248	0.29032	0.342	-0.466	0.007	-2.185	0.342
20	49.676	0.30385	0.328	-0.484	0.007	-2.172	0.328
22	48.190	0.31705	0.315	-0.502	0.007	-2.164	0.315
24	46.654	0.33111	0.301	-0.521	0.007	-2.143	0.301
26	45.122	0.34561	0.286	-0.544	0.007	-2.130	0.286
28	43.614	0.36037	0.272	-0.565	0.008	-2.105	0.272
30	41.776	0.37908	0.253	-0.597	0.008	-2.117	0.253
32	40.681	0.39061	0.241	-0.618	0.007	-2.140	0.241
34	39.248	0.40618	0.226	-0.646	0.008	-2.118	0.226
36	37.861	0.42180	0.210	-0.678	0.008	-2.107	0.21
38	36.475	0.43800	0.194	-0.712	0.008	-2.109	0.194
40	35.262	0.45269	0.179	-0.747	0.008	-2.117	0.179
42	23.083	0.63671	-0.005				
44	23.338	0.63194	0.000				

Fig 4.2 Données brute du logiciel LoggerPro, obtenues à partir de la spectrophotométrie des échantillons de pH 4,5

Papiers d'Observations

ranik

CHM1711 Lab #4

400ml H₂O distillée à bouillon (max. setting) dans
bêcher 600ml ± 25ml

Solution EDTA à pH 4,5 ≈ 18ml dans bêcher
50ml ± 5ml

↳ Placée (cuvette en plastique) dans Spectrovis pour
calibrage

- mise de 4,1 ml ± 0,05ml dans éprouvette (EDTA 4,
et 2 gouttes de nitrate-chrome. Prénus

↳ Couleur transparente à fond mauve foncée.

↳ couleur mauve foncée homogène après placement → eau bouillante

↳ Placée éprouvette dans eau ambiante

Essai #1 Mauve

Solution mauve refroidie pendant 5 minutes

Débutée à 2:59

* Erreur technique du LabQuest → manque de données
de calibration mais TA confirmera notre validité.

Essai #2 débutée par 45min ; 2min / ~~10~~ échantillon
Valeurs mesurées : % Transmittance selon le temps en

* dans erreur on ne devrait pas trouver

11

L d'ondes pour min. $T\%$: 1,424 @ 559,10

Écart-type : 37,839

~~Essai # I et III~~

* Erreur technique avec le labQuest 2, nous avons dû recommencer.

Solution mauvaise (4,9 ml EDTA pH 4,5 + 2 gouttes de nitrate de chrome)

$\lambda_{T_{\min}}$ à 2,502% à $L_{\text{onde}} = 550,80 \text{ nm}$

Essai # I Cr (III)

EDTA à pH 4,0

10 ml EDTA pH et 2 gouttes Cr III

Échantillon placé dans SpectraVis à $T = 2 \text{ min}$

* À cause du problème technique de fichier du LabQuest, seuls les pH 4,0 et 5,0 seront

anch

Essai #2 (Pré-Essai)

Solution chauffée 10 min

↳ caulum transparente à même force

Essai #1 retiré après 40 minutes, Essai #2
placé après 42 minutes

Essai #3 pH 5.0

caulum transparente (WEDIA pH 5.0 + 2 goutte
er III)

Durant essai, caulum même pile se développe.

Essai #4 (Pré-essai)

Solution chauffée pendant 10 min

Caulum : transparente à même force

Échantillons de Calculs

**Les calculs effectués ci-dessous n'incluent qu'exclusivement les données et démarches de l'échantillon soumis à un pH de 5,0. Les démarches entreprises pour atteindre les données des autres échantillons sont identiques en méthodologie.*

1. Conversion du pourcentage de transmittance en absorption

$$\text{Soit } A = \log(100/T)$$

où T= pourcentage de transmission; A = Absorption des ondes

Après un temps de 40 minutes, pour l'essai au pH 5,0

$$T = 36,664$$

$$A = \log(100/36,664) \\ = 0,436$$

2. Détermination de A(CrIII)

$$A(\text{CrIII}) = A^\infty - A(t)$$

où $A^\infty = 1,674$ (étant la dernière valeur de A(t) enregistrée, donc l'absorption maximale de l'essai) pour l'essai au pH 5,0

A(t) = absorption en un point t

3. Calcul de log(A(CrIII))

$$\log(A(\text{CrIII})) = \log(A(\text{CrIII}))$$

Soit A(Cr(III)) = 1,238 pour une valeur t = 40 minutes de l'essai à pH 5.0

$$\log(A(\text{CrIII})) = \log(1,238) \\ = 0,093$$

4. Calcul de logVitesse

Soit Vitesse = $-d(A(\text{CrIII})) / d(t)$ en un point t

logVitesse = $\log(-d(A(\text{CrIII})) / d(t))$ en un point t

Soit A(Cr(III)) = 1,238 pour une valeur t = 40 minutes de l'essai à pH 5,0

$$\log\text{Vitesse} = \log(-d(1,238) / d(t)) \\ = -0,641$$

5. Détermination de la valeur de a

Soit $\log\text{Vitesse} = a(\log(A(\text{CrIII}))) + \log K$

Puisque l'équation de est représentée sous la forme

$$Y = mx + b$$

Dans laquelle m = pente et b = l'ordonnée à l'origine

$$m = a; \quad \log(A(\text{Cr(III)})) = x; \quad b = \log K$$

a est donc la pente du graphique $\log V$ par rapport à $\log(A(\text{Cr(III)}))$.

Selon le logiciel LoggerPro, le graphique $\log V / \log(A(\text{Cr(III)}))$ démontre les données suivantes à partir du début de la pente négative linéaire:

Corrélation linéaire identifiée, soit une fonction $y = mx + b$ pour exprimer $\log V$

m : -0.6686

b : -2.127

Corrélation inter-variables: -0.08351

Corrélation linéaire identifiée de l'échantillon à pH 4,0

$\log \text{Vitesse} = mx + b$

m : -13.37

b : -1.086

Corrélation inter-variables: -0.423

Corrélation linéaire identifiée de l'échantillon à pH 4,5

m -0.9954

b -2.746

Corrélation inter-variable: -0.7849

Discussion

À partir des données et graphiques obtenus durant la totalité des essais, des analyses concluantes ont pu être faites sur l'ordre de réaction partiel, malgré certaines imprécisions et problématiques. L'ordre partiel de l'ion Cr(III) est défini comme étant pseudo premier ordre. Or, puisque les ordres de réactions ne peuvent être confirmés que par méthode expérimentale, il en va de soit que les essais doivent exprimer des valeurs confirmants ceci.

La nature de l'ordre partiel du Cr(III) est exprimé selon la pente de la droite de tendance du graphique exprimant la fonction $\log(\text{Vitesse})$ par rapport au $\log(\text{Absorbance}(\text{Cr(III)}))$. Afin de confirmer un ordre pseudo premier, ces droites/courbes de tendance doivent exprimer une nature linéaire, soit être exprimée sous forme $y = mx + b$.

Lors de l'analyse des courbes de tendance de manière linéaire, seuls les essais au pH 4,5 et 5,0 peuvent être considérés comme étant pertinents à la détermination de l'ordre partiel. Tout d'abord, même si les trois essais peuvent démontrer une tendance linéaire,

seules les pentes des essais à pH 4,5 et 5,0 s'accordent à une valeur moyenne entre -0,6 et -1,0.

Toutefois, l'essai au pH 4,0 exprime une pente de -13,37, soit plus de 13 fois supérieure aux deux autres pentes. Il est donc peu probable que l'essai fut réalisé de manière identique aux deux autres essais, que ce soit par erreur humaine ou technique.

Conséquemment, ce seront les deux essais aux pH 4,5 et 5,0 qui seront utilisés afin de déterminer l'ordre partiel du Cr(III). Ayant respectivement des pentes de droites à -0,9954 ; -0,6686, ces essais se rapprochent le plus vers la corrélation prévue, étant une pente de -1,0000. En moyenne, si il est tenu en compte que seuls les échantillons des pH 4,5 et 5,0 sont pris en considération, la pente moyenne qui est déterminée est de

$((-0,9954) + (-0,6686)) / n \quad n = \text{nombre d'essais (dans ce cas-ci, } n=2)$

La pente moyenne est donc de -0,832. Également, puisque l'ordre partiel de Cr(III) est déterminé par la pente, l'ordre partiel moyen déterminé est de -0,832.

Malgré la confirmation d'un ordre partiel pseudo premier du Cr(III), les données obtenues par le biais de ces essais ne sont pas exactement fiables. En effet, lors de l'analyse des valeurs de *corrélation inter-variables*, il est remarqué qu'aucune de ces valeurs surpassent -0,1. Idéalement, la valeur de la *corrélation inter-variables* serait de 1,0000 puisque ceci démontrerait une droite de tendance parfaitement alignée avec les données expérimentales. Par conséquent, il serait trop tôt avant de marquer définitivement ces données comme étant reproductibles ou sources de véracité scientifique.

Il y a eu maintes possibilités d'imprécision par le biais d'erreur humaine, mais il semblerait que la probabilité tend vers une accumulation d'erreur technique. En effet, les observations écrites durant les sessions de laboratoires mentionnent plusieurs erreurs techniques, surtout concernant les calibrations multiples du spectrophotomètres. De plus, puisque la vitesse absolue ne fut pas mesurée, il n'était pas nécessaire d'entreprendre des mesures précises des volumes et températures des systèmes réactifs et de l'environnement. Ceci retire donc l'incertitude comme source significative d'erreur.

Contrairement à la vitesse absolue, la vitesse instantanée fut effectivement calculée par le logiciel LoggerPro. Puisque la vitesse instantanée équivaut essentiellement à la pente de la tangente à la courbe en tout point, son ensemble fut calculée en dérivant la fonction de l'absorbance du Cr(III).

De sa part, le graphique de la fonction logarithmique de cette absorbance de Cr(III) permet d'analyser la fluctuation de $A(\text{Cr(III)})$ en comparaison de pourcentage au point d'absorbance initial. En comparaison avec le graphique de $A(\text{Cr(III)})$ par rapport à t , il y a non seulement des écarts plus significatifs entre les données, mais le graphique $\log(A(\text{Cr(III)}))$ présente les fluctuations de manière plus régulière et constante. Historiquement, les graphiques logarithmiques sont utilisés lors de visualisation de graphiques dont les données ont des grands écarts, ainsi que lors d'expression des fluctuations par rapport à leur facteurs multiplicatifs³.

Parmi tous les facteurs cinétiques étudiés, le pH est l'un d'eux dont le rôle n'a pas été étudié en profondeur exacte. Lors de la dissociation de EDTA dans une solution, les produits déterminés sont EDTA⁻ et l'ion H⁺, formant ainsi une solution tampon à pH fixe de soit 4,0 ; 4,5 ou 5,0. Or, selon un document rédigé par les professeurs Georg Job et Regina Ruffler de l'Université de Hamburg, il est probable que l'ion H⁺ ait un ordre partiel pseudo premier puisque la réaction s'est maintenue dans une solution diluée dans laquelle la concentration du soluté reste constante⁴. Puisque la concentration de H⁺ reste plus ou moins constante, il peut donc être prédit que son ordre partiel soit pseudo premier.

Erreures potentielles

Plusieurs erreurs humaines et/ou techniques ont eu le potentiel d'influencer la précision et pertinence des résultats obtenus durant les essais.

- Les multiples erreurs techniques lors de la calibration, ainsi que le décalage de 11,0nm entre la transmittance calibrative des essais à 4,0 ; 5,0 et celle de l'essai à pH 4,5, auraient pû mener à un décalage entre la réaction expérimentales et les données enregistrées par le LabQuest à partir du Spectrophotomètre.
- La manipulation répétée de la cuvette de plastique contenant les échantillons du spectrophotomètre, aurait pû laissé des traces d'huiles et de substances externes sur la paroi de la cuvette. Or, ceci augmente diminue considérablement le taux d'absorbance des données puisque la couche potentielle de substances huileuses externes empêcherait une fraction des ondes lumineuses de passer.
- Aucune observation ne fut fournie par l'équipe du pH 4,5. Il est donc impossible de savoir si certaines mesures ne furent pas suivies de la même manière.

Conclusion

3

<http://www.forbes.com/sites/naomirobbins/2012/01/19/when-should-i-use-logarithmic-scales-in-my-charts-and-graphs/#6f80873e3cd8> ; Naomi Robbins; Forbes.com

⁴ Physical Chemistry from a Different Angle; Chapitre 16; Springer Publications; publié en 2011; page 424

En conclusion, il a pu être déterminé que l'ion Cr(III) possède un ordre de réaction partiel pseudo premier, plus précisément de -0,832, lors de sa réaction avec une solution de EDTA. Ceci fut confirmé par l'étude d'une courbe linéaire de la vitesse de réaction par rapport à son taux d'absorbance. Cependant, plusieurs erreurs humaines et techniques ont affecté la pertinence et précision des données, résultant en une conclusion qui reste à être confirmée complètement.

Bibliographie

Physical Chemistry from a Different Angle; Chapitre 16; Springer Publications; publié en 2011; page 424

<http://www.forbes.com/sites/naomirobbins/2012/01/19/when-should-i-use-logarithmic-scales-in-my-charts-and-graphs/#6f80873e3cd8> ; Naomi Robbins; Forbes.com

<http://chemistry.bd.psu.edu/jircitano/kinetics.html>; Dr. Alan J. Jircitano; *Chemical Kinetics*

Département de Chimie de l'Université d'Ottawa; Expérience #4: La Folie de la Vitesse, ce tournis qui affecte tous les moutons de l'Occident; Université d'Ottawa; page 45