

C9n – DÉTERMINATION du Ka du VBC

Auteur : Eric Tixidor

TI-Nspire™ CAS

Mots-clés : expérimentation assistée par ordinateur, acquisition de données, absorbance, indicateur coloré acide base, constante d'acidité Ka.

Fichiers associés : C9nEleve_DeterminationKa_VBC.pdf ; C9nEleve_DeterminationKa_VBC.tns ; C9nProf_DeterminationKa_VBC.tns

1. Objectifs, prérequis

Compétence expérimentale

Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer une constante d'acidité.

Indicateurs

- Comprendre le mode de fonctionnement d'un indicateur coloré : le vert de bromocrésol (VBC).
- Réinvestir la notion vue en cours de : couple acide – base.
- Utiliser les fonctionnalités de TI-Nspire et du Lab Cradle : mesures colorimétriques, construire un diagramme de distribution avec les fonctions tableurs, tracer un graphique avec nuage de points.
- En déduire le domaine de prédominance des espèces acide – base du VBC en fonction du pH. Déterminer la valeur de pH pour lequel $[HIn] = [In^-]$. Définir le pKa.

Prérequis

La loi de Beer-Lambert est supposée connue des élèves, ainsi que la notion de pH. Connaitre la notion de couple Acide/Base. Savoir que l'on note ce couple HIn/In^- pour un indicateur coloré. Une explication sera nécessaire en début de séance pour expliquer ce qu'est un diagramme de prédominance.

2. Énoncé

En fonction de l'avancée dans le programme, on pourra choisir l'un des énoncés suivant :

- Pour un couple acide – base, il n'y a coexistence que dans une partie réduite de valeurs du pH de la solution contenant au moins l'une des espèces du couple.
- Un indicateur coloré de pH sert à réaliser un dosage colorimétrique. La précision de ce dosage vient du choix de l'indicateur coloré, d'après la valeur de son pKa.

Proposer une méthode pour établir le diagramme de prédominance des espèces du couple HIn/In^- pour le vert de bromocrésol et déterminer la valeur de son pKa.

3. Matériel

- Solutions de Britton-Robinson (env. 300 mL par poste), solution de VBC à 0,01 % (100 mL) et solution d'hydroxyde de sodium à $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ (25 mL),
- deux burettes graduées : une pour la solution de soude, l'autre pour la solution de VBC,
- pHmètre avec solutions étalon de pH 4 et 7,
- matériel pour réaliser prélèvements et mélanges : pipettes jaugées de 10 et 20 mL, bechers (dont une série à base étroite pour la mesure de pH),
- colorimètre Vernier à 4 positions,
- interface Lab Cradle et calculatrice TI-Nspire.



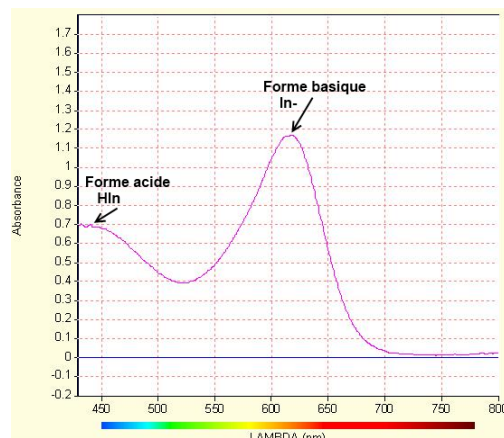
4. Compléments

1) Choix de la longueur d'onde d'absorption de la solution

Le colorimètre Vernier possède quatre positions, et mesure l'absorbance pour les longueurs d'ondes : 430, 470, 565, 635 nm.

D'après l'analyse du spectre d'absorption à l'aide du matériel Spectrovisio, l'absorption maximum de la forme basique du VBC semble se situer autour de 630 nm. On choisira donc la valeur 635 nm sur le colorimètre.

En effet, la loi d'absorption $A_\lambda = k_1[\text{HIn}] + k_2[\text{In}^-]$ devient $A_\lambda = k_1[\text{In}^-]$ à $\lambda = 635$ nm.



2) Fabrication des solutions tampons de pH

On préparera au laboratoire la solution de Britton-Robinson selon un protocole opératoire classique :

http://spcfa.spip.ac-rouen.fr/IMG/nvx_prog_terms/Chimie%20Tronc%20Commun/La%20transformation%20est-elle%20totale/Solution%20de%20Britton-Robinson.pdf

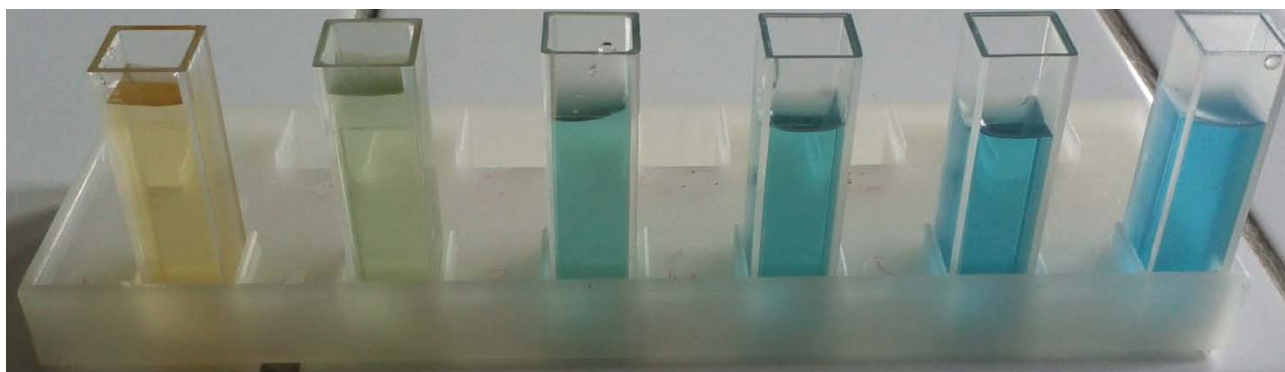
Les élèves ont à leur disposition le matériel nécessaire pour réaliser des solutions de 10 mL, de pH compris entre 2,0 et 7,0 environ. Pour cela : prélever 20 mL de solution de Britton-Robinson : ajuster le pH en ajoutant de petits volumes de soude de concentration 0,5 mol/L à la burette graduée (contrôler le pH en versant des volumes multiples de 1 mL).

Prélever enfin un volume exact de 10 mL de chaque solution, en relevant la valeur exacte du pH mesuré. Ces solutions seront appelées Si.

3) Fabrication de solutions de VBC

On réalise une solution également une solution de vert de bromocrésol à 0,01 %, soit 0,100 g dans une fiole jaugée de 1,0 L.

Verser exactement 3,0 mL de la solution de VBC à 0,01 % dans chacune des solutions Si. Remplir les cuves pour colorimètre avec ces solutions.




5. Mise en œuvre

1) Mode d'acquisition

Le colorimètre est branché sur l'un des ports d'acquisition du Lab Cradle. La calculatrice TI-Nspire est insérée sur le support du Lab Cradle.

Mettre la calculatrice sous tension.

Choisir une nouvelle application **DataQuest** à partir de l'écran d'accueil en cliquant sur l'icône .


Le capteur est automatiquement pris en charge, mais l'acquisition est par défaut : « temporelle ».

Faire **menu**, **1 : Expérience**, puis **7 : Mode d'acquisition** et **2 : Événements associés à une entrée**. Remplir les champs : **Nom : pH** et **Unité :** (laisser champ libre)

Mettre une cuve remplie d'eau distillée dans le colorimètre.

Exercer une pression sur le bouton CAL du colorimètre. L'écran de la calculatrice affiche alors une absorbance égale à 0.

2) Mesures

Démarrer les mesures avec le bouton .

Réaliser les mesures d'absorbance pour les différentes solutions Si additionnées d'indicateur coloré. Pour faire

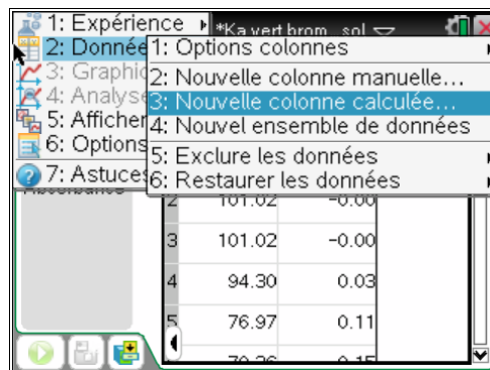
l'acquisition de la valeur d'absorbance, appuyer sur  une fois que la valeur est stabilisée. Renseigner la valeur du pH.

3) Calculer les concentrations relatives des formes acides et basiques du couple du VBC.

Relever la valeur maximale dans la colonne Abs (ici par exemple : 0,44).

Ajouter une nouvelle colonne :

menu **2 : Données** puis **2 : Nouvelle colonne calculée.**



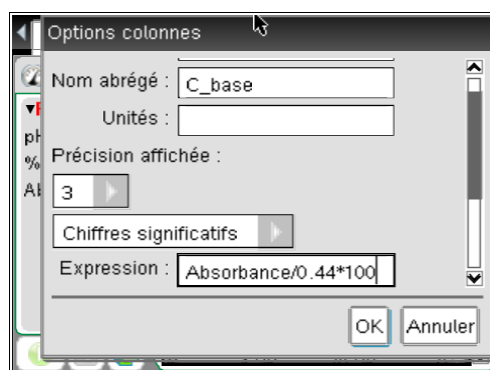
Nommer la colonne : C_base

Remplir le champ Expression avec :

$$\text{Absorbance}/0.44*100$$

pour obtenir la concentration en pourcentage.

Créer une nouvelle colonne pour C_acide avec l'expression : $100 - C_{\text{base}}$



On obtient alors le tableau de valeurs ci-contre.

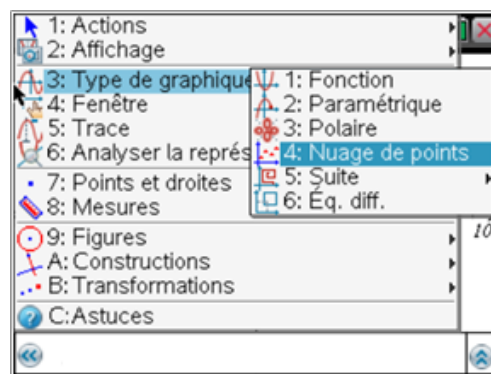
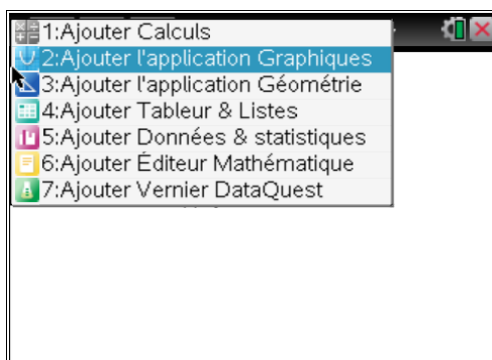
	Run1				
	pH	%T	Abs	C_base	C_acide
1	2.00	101.01	-0.00	-0.994	101
2	2.71	101.02	-0.00	-0.997	101
3	3.22	101.02	-0.00	-1.00	101
4	3.37	94.30	0.03	5.79	94.2
5	4.10	76.97	0.11	25.8	74.2
6	4.36	70.26	0.15	34.8	65.2
7	4.80	53.93	0.27	60.9	39.1
8	5.08	46.39	0.33	75.8	24.2
9	5.45	40.37	0.39	89.5	10.5
10	5.70	40.54	0.39	89.1	10.9
11	6.00	38.09	0.42	95.3	4.72

4) Afficher le graphique : diagramme de prédominance

Insérer une nouvelle activité dans le classeur :

ctrl doc 2 : Ajouter l'application Graphiques.

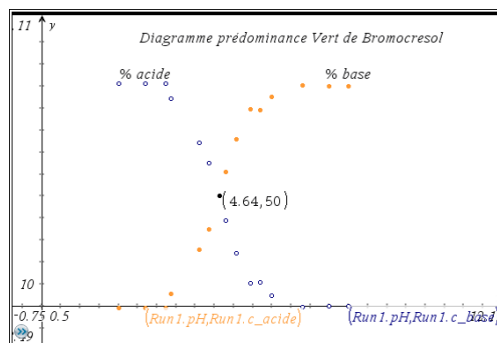
Choisir pour **Type de graphique** : Nuage de points.



Tracer Absorbance en fonction du pH :

Choisir, pour x, Run1.pH et, pour y, Run1.C_acide pour la série 1.

Choisir, pour x, Run1.pH et, pour y, Run1.C_base pour la série 2.



5) Point $[HIn] = [In^-]$

Disposer le point à l'intersection des deux courbes du diagramme de prédominance :

menu 7 : Points et droites puis 1 : Point.

Afficher les coordonnées de ce point :

menu 1 : Action puis 7 : Coord. et equ.

6. Résultats

On peut lire directement le résultat du pH affiché pour les coordonnées du point d'intersection.

Le pKa du couple est égal à la valeur de ce pH. Ici : 4,64.

La valeur attendue pour le pKa du VBC est 4,9.