

## C9n – DÉTERMINATION du Ka du VBC

TI-Nspire™ CAS

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

**Fichier associé :** C9nEleve\_DeterminationKa\_VBC.tns

### 1. Objectifs

Mettre en œuvre une méthode pour établir le diagramme de prédominance des espèces du couple  $\text{HIn}/\text{In}^-$  pour le vert de bromocrésol, et déterminer la valeur de son pKa, c'est-à-dire la valeur de pH pour laquelle :  $[\text{HIn}] = [\text{In}^-]$ .

### 2. Énoncé

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.

Le vert de bromocrésol (VBC) est un indicateur coloré dont la forme acide  $\text{HIn}$  a une couleur bleue, et la forme basique, une couleur jaune.

Proposer une méthode pour établir le diagramme de prédominance des espèces du couple  $\text{HIn}/\text{In}^-$  utilisant un colorimètre.

### 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 mol.L<sup>-1</sup> (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

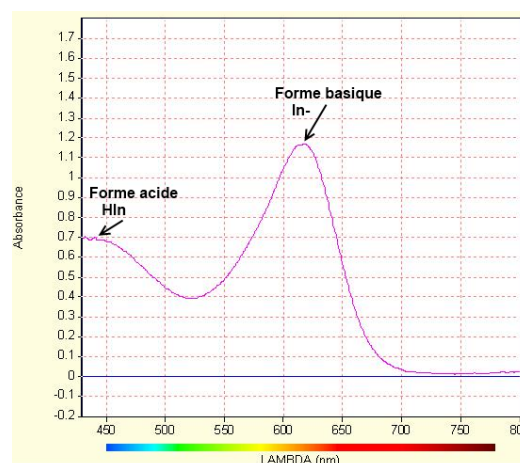
#### 1) Choix de la longueur d'onde d'absorption de la solution

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

Déterminer la valeur de la longueur d'onde qui sera choisie sur le colorimètre : L'absorption de la forme basique doit être maximum. Celle de la forme acide est nulle pour cette valeur.

Énoncer la loi d'absorption donnant  $A_\lambda$  en fonction de  $[\text{HIn}]$  et  $[\text{In}^-]$ .

Que devient cette loi à la longueur d'onde 635 nm ?



## 2) Solutions tampons de pH

La solution de Britton-Robinson, préparée au laboratoire, a un pH qui évolue peu lors de la dilution, ou de l'ajout de petits volumes de VBC.

On a, à sa disposition, le matériel nécessaire pour réaliser des solutions de 10 mL, de pH compris entre 2,0 et 7,0 environ.

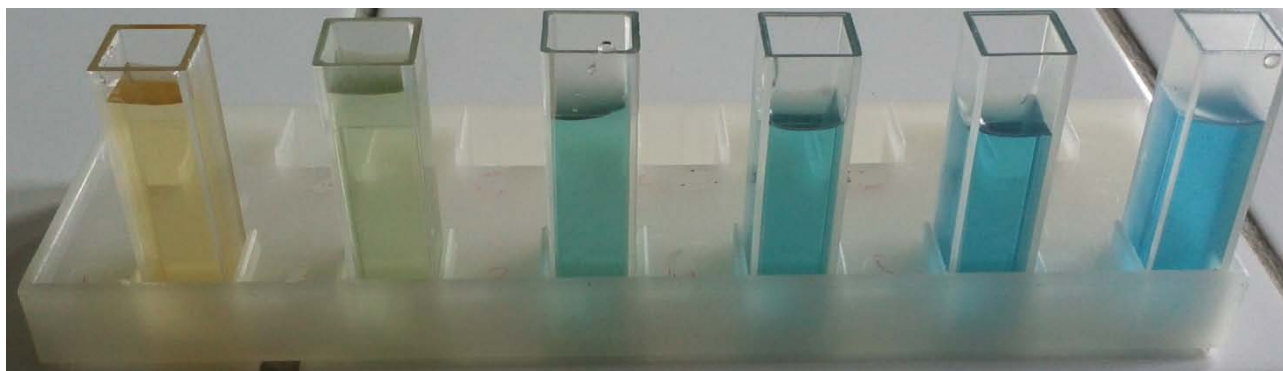
Pour cela : prélever 20 mL de solution de Britton-Robinson : ajuster le pH en ajoutant de petits volumes de soude de concentration 0,5 mol/L à la burette graduée (contrôler le pH en versant des volumes multiples de 1 mL).

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

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) Calcul des concentrations relatives des formes acides et basiques du couple du VBC

Relever la valeur maximale dans la colonne Abs.

Noter cette valeur ici :  $A_{\lambda \text{ max}} = \dots\dots\dots$

Écrire :

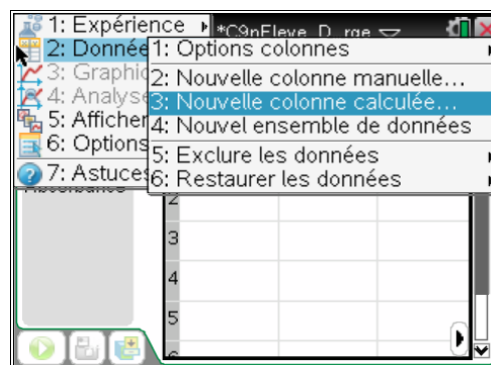
- la loi de Beer-Lambert donnant  $A_{\lambda}$  pour une valeur quelconque du pH à la longueur d'onde 635 nm, en fonction de  $[\text{In}^-]$ .
  - la loi de Beer-Lambert donnant  $A_{\lambda \text{ max}}$  en fonction de  $[\text{In}^-]_{\text{max}}$  (pour les valeurs de pH proches de 7,0).
- Retrouver alors les lois donnant les concentrations relatives  $[\text{HIn}]$  et  $[\text{In}^-]$ , exprimées en pourcentages :

$$[\text{In}^-] = \text{Absorption} / A_{\lambda \text{ max}} * 100$$

et  $[\text{HIn}] = 100 - [\text{In}^-]$ , d'après la loi de conservation de la matière.

Ajouter une nouvelle colonne :

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

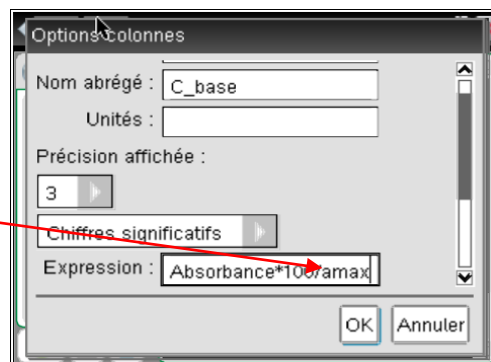


Nommer la colonne : C\_base.

Remplir le champ **Expression** en adaptant la copie d'écran ci-contre à l'expérience.

Remplacer les caractères *amax* par la valeur relevée dans la colonne Absorbance.

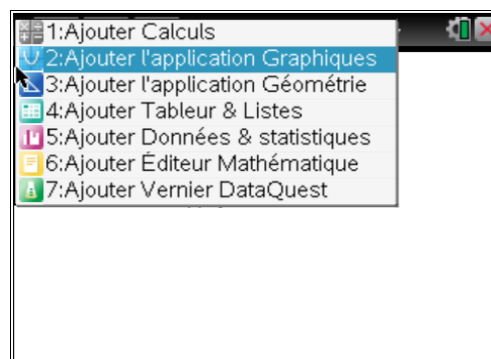
Créer une nouvelle colonne pour C\_acide avec l'expression :  $100 - C_{\text{base}}$ .



### 4) Afficher le graphique : diagramme de prédominance

Insérer une nouvelle activité dans le classeur :

**ctrl doc 2 : Ajouter l'application Graphiques.**

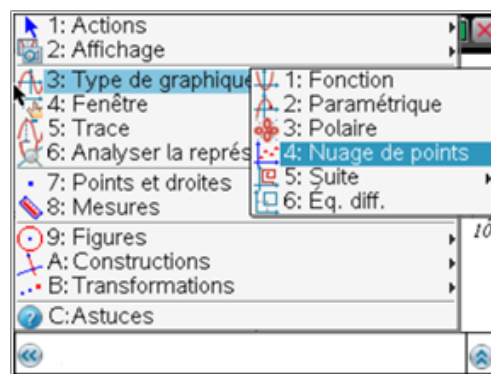


Choisir pour **Type de graphique** : **Nuage de points**.

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.

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