

C1 - DOSAGE

ACIDE FORT - BASE FORTE

Mots-clés : dosage, pH-métrie, acide fort, base forte, neutralisation, concentration.

1. Type d'activité

Cette expérience permet aux élèves de faire un dosage pH-métrique entre un acide fort et une base forte, la même méthode pouvant être utilisée pour tous les dosages du même type. Elle permet de mettre en relation concentration et valeur de pH pour les solutions fortes.

2. Objectifs de l'activité

Cette expérience a pour objectif l'application pratique de la technique du dosage, la détermination de la concentration de l'acide chlorhydrique, en montrant la relation entre concentration et pH des solutions dont la réaction est totale ; éventuellement, calculer la courbe théorique du dosage et la comparer aux résultats expérimentaux.

3. Matériel

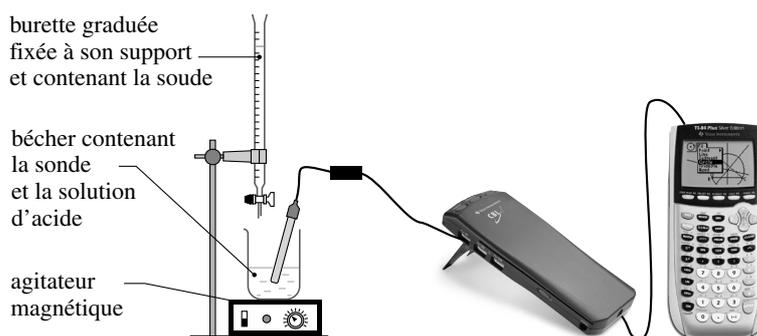
- CBL 2™.
- Une sonde pH métrique avec son ampli.
- Adaptateur CBL 2™-DIN.
- Application logicielle Datamate.
- Matériel de dosage : burette graduée 25 mL ou 50 mL, pipette de 10 mL ou 20 mL, propipette, ballon jaugé de 50 mL, bécher de 250 mL, agitateur magnétique (ou baguette en verre), 2 solutions tampons (pH = 4 et pH = 7 par exemple) pour l'étalonnage.
- Une indicateur coloré (facultatif).
- Une solution de base forte de concentration connue. (NaOH à 0,1 mol . L⁻¹ par exemple.)
- Une solution d'acide fort de concentration inconnue des élèves (par exemple, HCl à 0,1 mol . L⁻¹ environ).
- TI-82 Stats, TI-83, TI-83 Plus, TI-84 Plus, TI-89, TI-92 Plus, V200.
- Câble de liaison calculatrice-calculatrice.
- Câble TI-Graph Link et logiciel TI Connect (facultatif).

4. Déroulement pédagogique de l'activité

1) Préparation

■ Montage

- Brancher les différents éléments comme indiqué sur la figure ci-contre.



- Brancher la sonde pH-métrique sur la voie 1 du CBL 2™ à l'aide de l'adaptateur CBL 2™-DIN, puis connecter CBL 2™ à la calculatrice et appeler l'application Datamate.
- Dans l'écran principal, choisir l'option **1 : PREPARER**, puis valider avec **ENTER** lorsque le curseur est en face de CH 1 : afin de faire d'indiquer la sonde utilisée, ici **2 : pH**.

■ Calibration de la sonde

- Choisir l'option **2 : CALIBRER**. La machine propose alors une calibration **LINEAIRE** avec une pente (-3,84) et une ordonnée en zéro (13,72). On peut les garder ou la **RECALIBRER** à l'aide des solutions tampon pH = 7 et pH = 4 mis à disposition. Les valeurs doivent être à peu près les mêmes.
- Ensuite taper **1 : OK** pour revenir sur l'écran principal.

■ Définir le type de mesure

- Maintenant il faut passer en **MODE : MANUEL AVEC ENTREE** afin d'indiquer le volume de base versé à chacune des mesures (déplacer le curseur sur **MODE**, valider avec **ENTER**, et sélectionner **3 : MANUEL AVEC ENTREE**).
- Revenir à l'écran principal avec **1 : OK**, d'où on démarre l'expérience en sélectionnant **2 : MESURE**, puis suivre les indications.

Note : Si vous utilisez une tablette de rétroprojection *ViewScreen* ou un *TI-Presenter*, toute la classe pourra suivre l'expérience en même temps.

2) Mode opératoire

- Remplir la burette de NaOH de concentration $c_b = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (ne pas oublier d'amorcer et de bien régler le zéro).
- En utilisant la pipette et la propipette, prélever $v_b = 10 \text{ mL}$ d'HCl de concentration c_a , verser la solution dans le ballon jaugé de 50 mL, et compléter à 50 mL avec de l'eau distillée.
Verser la solution obtenue dans le bêcher.
- Placer le barreau aimanté de l'agitateur magnétique dans le bêcher.
- Positionner la burette pour que la solution de NaOH puisse facilement être ajoutée à l'acide.

■ Début des prises de mesure

- Démarrer l'expérience avec **2 : MESURE** et suivre les indications.
- Pour chaque mesure : lorsque la valeur indiquée est stabilisée, taper **ENTER**, puis saisir le volume de base versé. Ajouter un petit volume de la solution de soude avant la mesure suivante.
- Recommencer jusqu'à la fin du dosage. Ajouter un petit volume de la solution de soude.
- Lorsque la prise de mesure est terminée, appuyer sur la touche **STO▶** de la calculatrice.
Sortir de l'application avec **6 : QUITTER** et travailler avec les données sauvegardées dans les listes.

3) Expérience

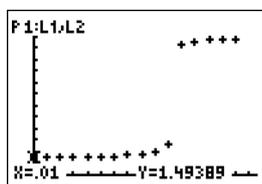
- Le fait d'avoir sélectionné **MODE : MANUEL AVEC ENTREE**, à chaque mesure de pH il faut saisir le volume de base forte (ou acide fort suivant le dosage) versé.
- Une fois le dosage obtenu, on peut quitter l'application Datamate et visualiser le graphe. Les valeurs du volume versé se place en « L1 » et la valeur de pH se met en « L2 ».
- Les listes de données sont sauvegardées afin de pouvoir les réutiliser pour étudier la courbe.

4) Analyse et conclusion

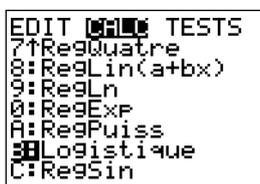
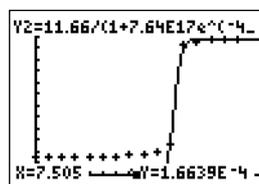
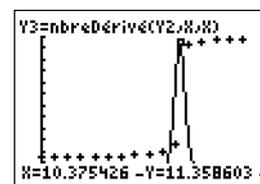
Le graphe de dosage se construit au fur et à mesure de l'expérience. Pour faire l'analyse, il faut aller dans le menu **STAT** et dans le sous menu **CALC** pour effectuer une régression de type **LOGISTIQUE**. Ceci permet d'avoir une courbe ayant un point d'inflexion au niveau de l'équivalence. Une fois cette régression faite, on peut la mettre en Y1 pour la tracer et ensuite, grâce au menu **MATHS**, on peut en Y2 faire tracer la dérivée de cette fonction ou encore la dérivée seconde afin de voir l'équivalence (position **8 : nbreDérivé(Y1,X,X)**).

C1 - DOSAGE

ACIDE FORT - BASE FORTE (suite)



Courbe de dosage

Choix dans le menu
STATRésultat de la
régressionCourbe avec la dérivée
de la régression qui
montre l'équivalence

Il est intéressant de faire remarquer la relation entre la valeur du pH initiale et la concentration de la solution (en faisant attention à la dilution effectuée !!!). De même pour l'évolution de la réaction en fonction des zones remarquables de la courbe qui permet d'introduire le travail sur les réactions exothermiques.

Préparateur

■ Matériel à prévoir pour un poste

- CBL 2™.
- Une sonde pH métrique avec son ampli.
- Adaptateur CBL 2™-DIN.
- Application logicielle Datamate.
- Matériel de dosage : burette graduée 25 mL ou 50 mL, pipette de 10 mL ou 20 mL, propipette, ballon jaugé de 50 mL, bécher de 250 mL, agitateur magnétique (ou baguette en verre), 2 solutions tampons (pH = 4 et pH = 7 par exemple) pour l'étalonnage.
- Une indicateur coloré (facultatif).
- Une solution de base forte de concentration connue (NaOH à $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ par exemple).
- Une solution d'acide fort de concentration inconnue des élèves (par exemple, HCl à $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ environ).
- TI-82 Stats, TI-83, TI-83 Plus, TI-84 Plus, TI89, TI92 Plus, V200.
- Câble de liaison calculatrice-calculatrice.
- Câble TI-Graph Link et logiciel TI Connect (facultatif).

■ Compléments en cas de pannes

- Prévoir un poste supplémentaire.
- Des piles de rechange : LR06 (AA) pour CBL 2™ et LR03 (AAA) pour les calculatrices.
- Quelques câbles de liaison calculatrice-CBL 2™.

C1 - DOSAGE

ACIDE FORT - BASE FORTE

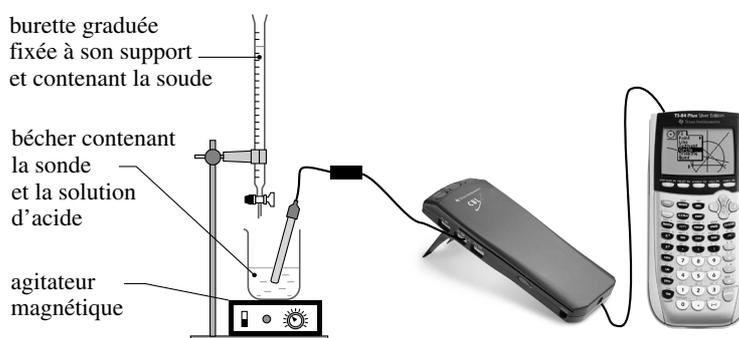
1. Objectifs de l'activité

Cette expérience a pour objectif l'application pratique de la technique du dosage pour déterminer la concentration de l'acide chlorhydrique, en traçant la courbe du dosage et en trouvant le point d'équivalence.

2. Préparation de l'expérience

■ Montage

- Brancher les différents éléments du montage comme sur la figure ci-dessous :



- Brancher la sonde pH-métrique sur la voie 1 du CBL 2™ à l'aide de l'adaptateur CBL 2™-DIN, puis connecter CBL 2™ à la calculatrice et appeler l'application logicielle Datamate.
- Dans l'écran principal, choisir l'option **1 : PREPARER**, puis valider avec **ENTER** lorsque le curseur est en face de CH 1 : afin de faire d'indiquer la sonde utilisée, ici **2 : pH**.

■ Calibration de la sonde

- Choisir l'option **2 : CALIBRER**. La machine propose alors une calibration **LINEAIRE** avec une pente (- 3,84) et une ordonnée en zéro (13,72). Il faut la **RECALIBRER** à l'aide des solutions tampon pH = 7 et pH = 4 mis à disposition.

solution tampon	valeur de la tension
7	
4	

valeur de la pente	
ordonnée en 0	

- Ensuite taper **1 : OK** pour revenir sur l'écran principal.

■ Définir le type de mesure

- Maintenant il faut passer en **MODE : MANUEL AVEC ENTREE** afin d'indiquer le volume de base versé à chacune des mesures (déplacer le curseur sur **MODE**, valider avec **ENTER**, et sélectionner **3 : MANUEL AVEC ENTREE**).
- Revenir à l'écran principal avec **1 : OK**, d'où on démarre l'expérience en sélectionnant **2 : MESURE**, puis suivre les indications.

3. Mode opératoire

- Remplir la burette de NaOH de concentration $c_b = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (ne pas oublier d'amorcer et de bien régler le zéro).

- En utilisant la pipette et la propipette, prélever $v_a = 10$ mL d'HCl de concentration c_a , verser la solution dans le ballon jaugé de 50 mL, et compléter à 50 mL avec de l'eau distillée. Verser la solution obtenue dans le bêcher.
- Placer le barreau aimanté de l'agitateur magnétique dans le bêcher.
- Positionner la burette pour que la solution de NaOH puisse facilement être ajoutée à l'acide.

■ Début des prises de mesure

- Démarrer l'expérience avec **2 : MESURE** et suivre les indications.
- Pour chaque mesure : lorsque la valeur indiquée est stabilisée, taper **ENTER**, puis saisir le volume de base versé. Ajouter un petit volume de la solution de soude avant la mesure suivante.
- Recommencer jusqu'à la fin du dosage. Ajouter un petit volume de la solution de soude.
- Lorsque la prise de mesure est terminée, appuyer sur la touche **STO►** de la calculatrice. Sortir de l'application Datamate avec **6 : QUITTER** et travailler avec les données sauvegardées dans les listes.

■ Données

- Dans quelle liste le volume de base versé est-il ? et la valeur du pH ?
- Donnez l'allure de la courbe obtenue en précisant quelques valeurs en complétant le tableau suivant :
- Entourer la zone correspondant au saut de pH.

--

v_b	0										
pH											

v_b											
pH											

4. Analyse et conclusion

1) Méthode des tangentes

- Trouver le point d'équivalence de la courbe ci dessus. Donner ses coordonnées avec les unités, s'il y en a :
- abscisse : ... ; - ordonnée :
- D'un point de vue chimique, à quoi ce point correspond-il ?
- De même, à quoi la zone plateau située après le point d'équivalence correspond-elle ?

2) Méthode de dérivée

Dans le menu **STAT** de la calculatrice, prendre le sous-menu **CALC** pour effectuer une régression de type **B : LOGISTIQUE** des deux listes de données.

Mettre l'équation obtenue dans **Y1**.

Puis dans **Y2**, la dérivée de cette fonction afin de voir l'équivalence en traçant les deux courbes (dans le menu **MATH, 8 : nbreDérivé(Y1,X,X)**).

- Pourquoi doit-on prendre la dérivée pour voir le point d'équivalence ?
- Représenter la courbe de régression ainsi que sa dérivée.
Donnez l'allure de la courbe obtenue en précisant laquelle est la dérivée.
- Que remarque-t-on au niveau de l'équivalence (valeur du pH) ?

--

3) Détermination de la concentration en acide

L'équivalence correspondant au point où $n_a = n_b$.

- Déterminer c_a .
- Sachant que la réaction entre un acide fort et l'eau est totale, déterminer le pH d'une telle solution.
- Calculer la concentration de la solution diluée (après ajout de l'eau distillée) et calculer son pH.
Comparer la valeur trouvée à celle de la mesure du pH initiale.