

Fiche méthode 07 – Exploiter un titrage acido-basique

Compétences E2 : Analyser – Interpréter – Argumenter – Communiquer

Cette fiche vous guide pas à pas pour exploiter une courbe de titrage pH-métrique, comme vous le ferez à l'épreuve E2. À l'examen, vous ne réalisez **jamais** la manipulation : les résultats (courbe ou tableau) sont **fournis**.

Qu'est-ce qu'un titrage ?

Un **titrage** (ou dosage) est une méthode de mesure qui permet de déterminer la **concentration** ou la **quantité de matière** d'une espèce en solution.

En cosmétique, on titre par exemple :

- un **acide cosmétique** (acide glycolique, allantoïne) pour vérifier sa concentration
- un **conservateur** pour contrôler la conformité

Principe

On ajoute progressivement une **solution titrante** (de concentration connue) dans la **solution titrée** (de concentration inconnue), et on suit l'évolution du pH.

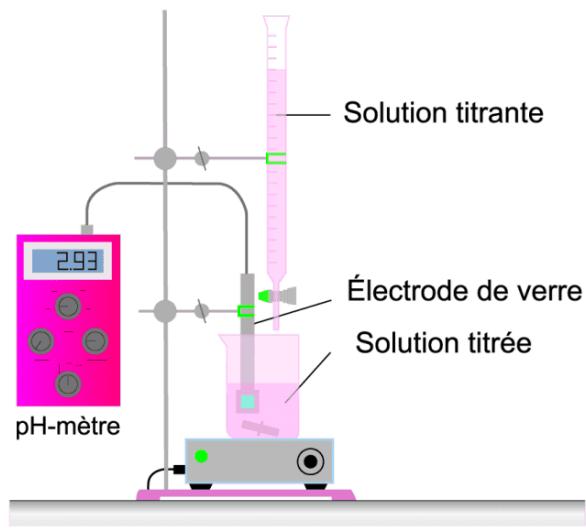
Étape 1 – Lire la courbe $\text{pH} = f(V)$

Ce que vous recevez à l'examen

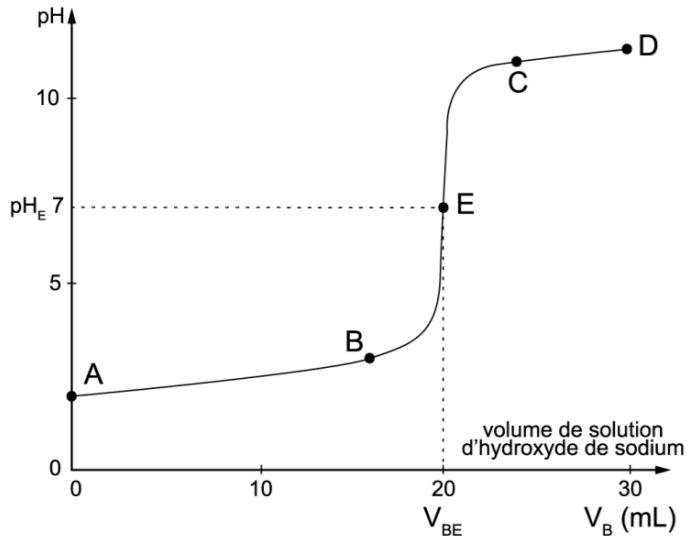
Une **courbe** ou un **tableau de valeurs** montrant le pH en fonction du volume de solution titrante ajouté.

Trois zones à identifier

Montage expérimental :



Courbe de titrage :



Zone	Description	Signification chimique
Zone 1 de A à B	pH varie lentement (avant le saut)	L'espèce titrée est encore en excès
Zone 2 de B à C	pH varie rapidement (saut)	On approche puis on dépasse l'équivalence
Zone 3 de C à D	pH varie lentement (après le saut)	Le réactif titrant est en excès

Comment décrire la courbe (réaction E2)

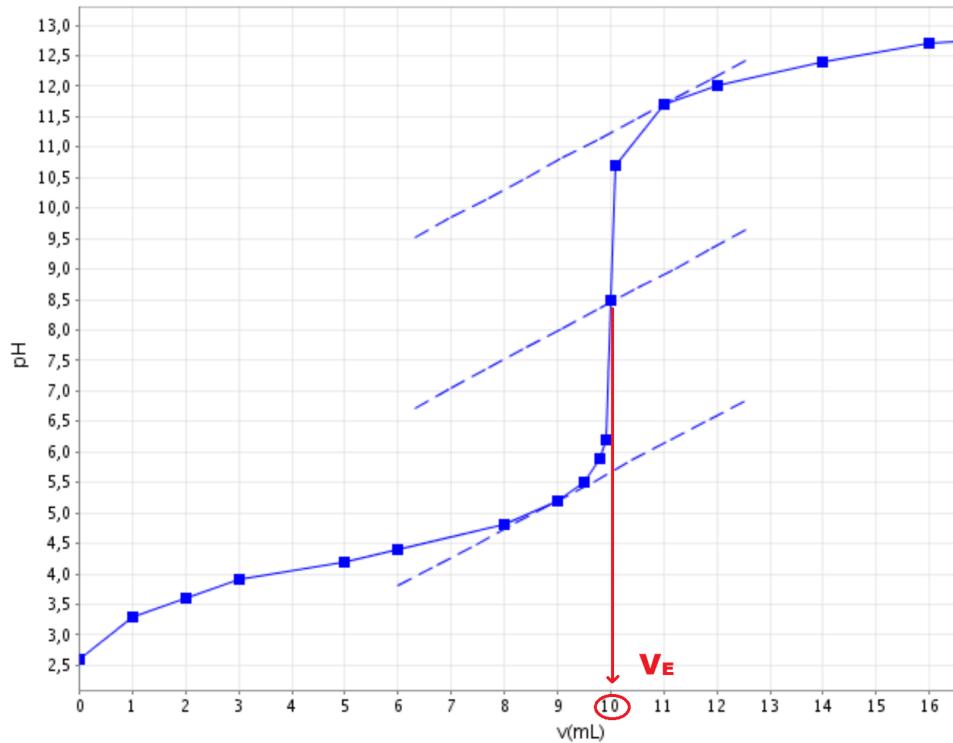
« La courbe présente trois zones : une première zone où le pH augmente lentement (de $pH \approx \dots$ à $pH \approx \dots$), suivie d'un saut de pH brutal aux alentours de $V = \dots mL$, puis une zone de stabilisation à pH élevé. Le saut de pH correspond au point d'équivalence. »

Etape 2 – Déterminer le volume à l'équivalence (V_E)

Méthode 1 : Méthode des tangentes (graphique)

- Tracer **deux tangentes** parallèles à la courbe : une avant le saut, une après le saut

2. Tracer la **droite parallèle** équidistante des deux tangentes
3. Le point d'intersection avec la courbe donne le **point d'équivalence**
4. Lire le volume correspondant : c'est V_E



Méthode 2 : Méthode de la dérivée (numérique)

1. Calculer $\Delta \text{pH} / \Delta V$ pour chaque intervalle du tableau
2. Repérer la **valeur maximale** de $\Delta \text{pH} / \Delta V$
3. Le volume correspondant est V_E

Quelle méthode utiliser ?

Situation	Méthode recommandée
Courbe fournie (graphique)	Tangentes
Tableau de valeurs fourni	Dérivée
Les deux sont fournis	Au choix (préciser laquelle)

★ À L'EXAMEN :

On utilisera la méthode des tangentes.

Toujours NOMMER la méthode utilisée

et MONTRER le tracé ou le calcul sur le document

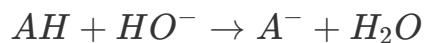


Étape 3 – Exploiter l'équivalence

La relation à l'équivalence

À l'équivalence, les quantités de matière des réactifs sont dans les **proportions stœchiométriques**.

Pour un titrage acide (AH) par une base (HO^-), la réaction est :



À l'équivalence :

$$n(\text{AH}) = n(\text{HO}^-) = C_{\text{titrante}} \times V_E$$

Méthode D.U.C.I. pour le calcul

Étape	Action	Exemple
D	Écrire la Donnée (formule)	$n(\text{AH}) = C(\text{NaOH}) \times V_E$
U	Vérifier les Unités	C en mol/L, V_E en L
C	Faire le Calcul numérique	$n = 0,50 \times 0,0120 = 6,0 \times 10^{-3}$ mol
I	Interpréter le résultat	La quantité d'acide est de 6,0 mmol

Calcul de la concentration ou de la masse

Si on cherche la concentration :

$$C_{\text{titrée}} = \frac{C_{\text{titrante}} \times V_E}{V_{\text{titrée}}}$$

Si on cherche la masse :

$$m = n \times M = C_{titrante} \times V_E \times M$$

Étape 4 – Conclure (posture E2)

Structure de la conclusion

La conclusion doit toujours suivre la logique :

Résultat → Comparaison → Décision

Étape	Ce qu'il faut écrire
Résultat	« La concentration (ou masse) obtenue est de ... »
Comparaison	« Le cahier des charges impose ... » ou « La valeur de référence est ... »
Décision	« Le produit est conforme / non conforme car ... »

Exemple de conclusion rédigée (niveau E2)

« Le titrage pH-métrique a permis de déterminer que la concentration en acide glycolique de la lotion est de 0,12 mol/L, soit une concentration massique de 9,1 g/L. Le cahier des charges impose une concentration de 10,0 ± 1,0 g/L. La valeur mesurée (9,1 g/L) est comprise dans l'intervalle de tolérance [9,0 ; 11,0 g/L]. Le lot est donc conforme et peut être libéré pour la commercialisation. »

Erreurs fréquentes à éviter

Erreur	Correction
Oublier de convertir V_E de mL en L	Toujours vérifier : V en litres dans la formule
Confondre solution titrante et solution titrée	Titrante = celle qu'on ajoute (burette) ; Titrée = celle dans le bécher
Donner un résultat sans unité	Toujours écrire l'unité (mol, g, mol/L, g/L)

Erreur	Correction
Conclure sans comparer au cahier des charges	Le résultat seul ne suffit pas : il faut COMPARER
Écrire "le produit est bon"	Utiliser le vocabulaire professionnel : « conforme / non conforme »

Les solutions tampons

Définition

Une **solution tampon** est une solution dont le **pH varie peu** lors de l'ajout modéré d'un acide, d'une base, ou lors d'une dilution.

Composition

Une solution tampon est constituée d'un **acide faible et de sa base conjuguée** en proportions voisines.

$$\text{Tampon} = AH + A^- \quad (\text{même couple, mélangés})$$

Exemples en cosmétique

Tampon	Composition	pH tampon	Usage
Citrate	Acide citrique + citrate de sodium	≈ 3–6	Ajustement pH formulations
Lactate	Acide lactique + lactate de sodium	≈ 3–5	Soins hydratants
Phosphate	$\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{2-}$	≈ 6–8	Tampons biologiques

Rôle en cosmétique

Fonction	Explication
Stabiliser le pH	Le pH ne varie pas pendant le stockage
Résister aux variations	L'ajout d'un acide ou d'une base ne modifie pas significativement le pH
Garantir l'efficacité	Un actif pH-dépendant reste sous sa forme active

Lien avec le diagramme de prédominance

Un tampon fonctionne **au voisinage du pKa** du couple ($\text{pH} \approx \text{pKa} \pm 1$). C'est la zone où les deux formes (AH et A^-) coexistent et peuvent « absorber » les variations.

❖ RECONNAÎTRE UN TAMPON :

- Contient un acide faible ET sa base conjuguée
- $\text{pH} \approx \text{pKa} (\pm 1)$
- Le pH est stable lors d'ajouts modérés

✓ Checklist E2 – Titrage

Avant de rendre votre copie, vérifiez :

Critère	✓
J'ai décrit l'allure de la courbe (3 zones)	<input type="checkbox"/>
J'ai nommé la méthode utilisée pour trouver V_E	<input type="checkbox"/>
J'ai lu V_E correctement (avec l'unité)	<input type="checkbox"/>
J'ai écrit la relation à l'équivalence	<input type="checkbox"/>
J'ai converti V_E en litres avant de calculer	<input type="checkbox"/>
J'ai suivi la méthode D.U.C.I.	<input type="checkbox"/>
J'ai comparé mon résultat au cahier des charges	<input type="checkbox"/>
J'ai conclu avec le vocabulaire professionnel	<input type="checkbox"/>