

S15 – Titrage acido-basique et solutions tampons

Principe du titrage – Équivalence – Relation à l'équivalence – Solutions tampons

Cette fiche couvre la **1re heure** de la séance. Elle installe les concepts nécessaires **avant** de passer à la manipulation (TP2). Après cette heure, vous aurez tous les outils pour réaliser et exploiter un titrage pH-métrique.

Objectifs


À l'issue de cette heure, vous serez capables de :

- **expliquer** le principe d'un titrage acido-basique
- **identifier** le point d'équivalence sur une courbe $\text{pH} = f(V)$
- **écrire** et **utiliser** la relation à l'équivalence pour calculer une quantité de matière
- **définir** une solution tampon et expliquer son rôle en cosmétique

Pourquoi c'est important pour votre métier ?

Le titrage est **l'outil de contrôle qualité** le plus courant en laboratoire cosmétique :

- Vérifier la **concentration d'un actif** (acide glycolique dans un peeling, allantoiné dans une crème)
- Contrôler la **conformité** d'un lot avant commercialisation
- Valider qu'un produit respecte le **cahier des charges**

 À l'épreuve E2, vous ne réalisez jamais le titrage : les résultats sont fournis. Mais vous devez savoir les **EXPLOITER**. C'est ce qu'on apprend ici.



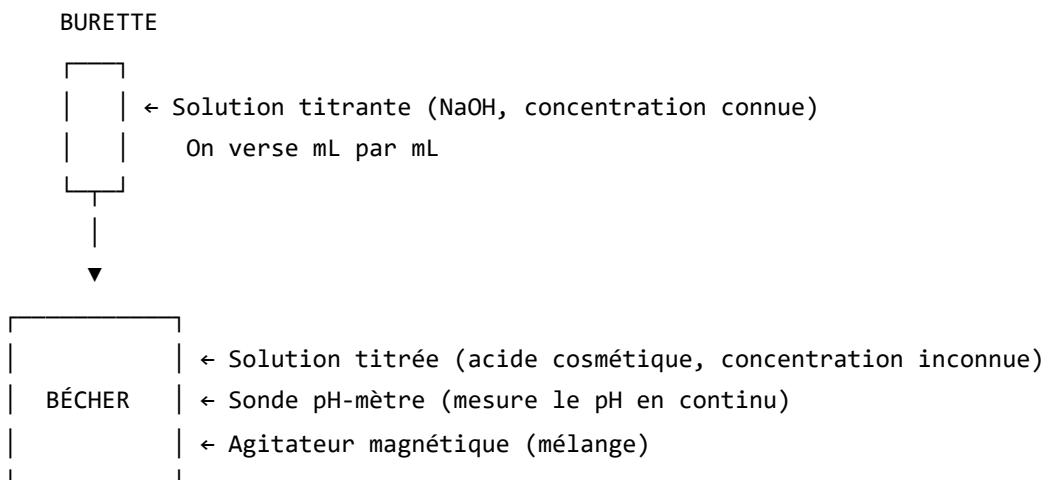
Documents

Document I – Principe du titrage pH-métrique

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

Principe

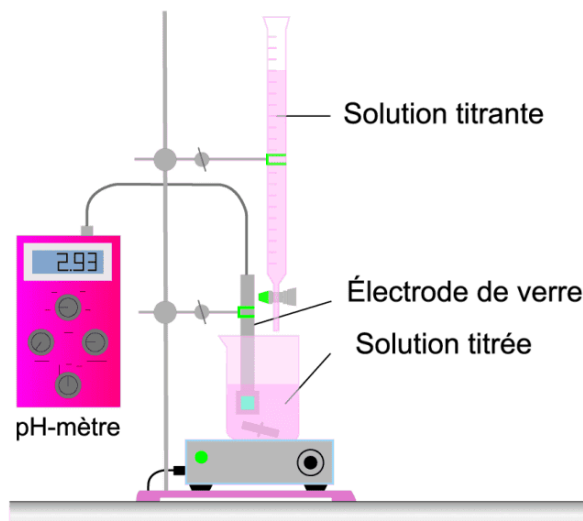
On ajoute progressivement une **solution titrante** (de concentration **connue**) dans une **solution titrée** (de concentration **inconnue**), et on mesure le **pH** après chaque ajout.



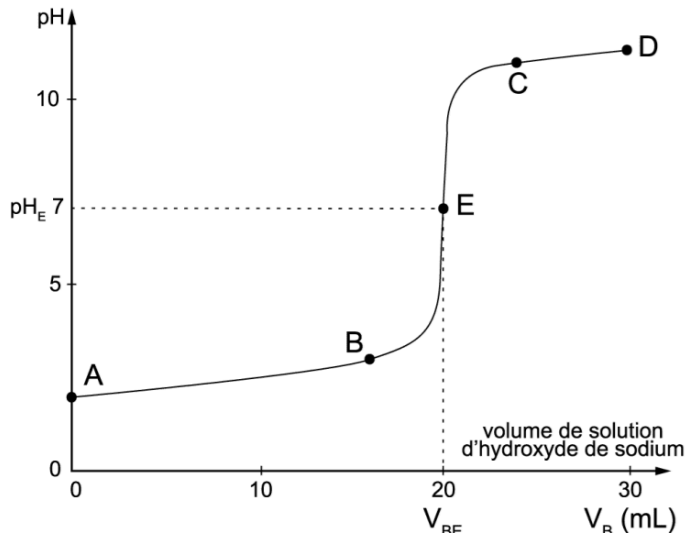
On obtient une courbe **pH = f(V_versé)**.

Document II – La courbe pH = f(V) et ses 3 zones

Montage expérimental :



Courbe de titrage :



Zone	pH	Signification chimique
Zone 1 (avant le saut) zone de A à B	Varie lentement	L'acide est encore en excès → il reste de l'acide non titré
Zone 2 (saut)	Varie brutalement zone de B à C	On approche puis dépasse l' équivalence
Zone 3 (après le saut) zone de C à D	Varie lentement	La base ajoutée est en excès

💡 Le saut de pH est le signal : on vient de consommer TOUT l'acide. C'est le point d'équivalence.

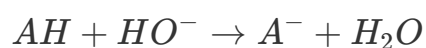
Document III – La relation à l'équivalence

Définition de l'équivalence

À l'**équivalence**, les réactifs ont été mélangés en **proportions stœchiométriques** : tout l'acide a réagi avec toute la base ajoutée.

La relation clé

Pour un titrage d'un acide AH par une base forte ($\text{NaOH} \rightarrow \text{HO}^-$) :



À l'équivalence :

$$n(acide) = n(base) = C_{titrante} \times V_E$$

Symbole	Grandeur	Unité
n(acide)	Quantité de matière d'acide dans le bécher	mol
C_titrante	Concentration de la solution titrante (connue)	mol/L
V_E	Volume à l'équivalence (lu sur la courbe)	L (attention : convertir les mL !)

Pour trouver la masse

$$m = n \times M$$

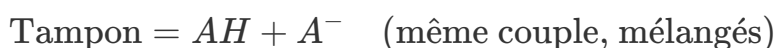
Document IV – Les solutions tampons

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

Un tampon est constitué d'un **acide faible** et de sa **base conjuguée** (même couple AH/A⁻).



Zone de fonctionnement

Un tampon est efficace au **voisinage du pKa** :

$$pH_{tampon} \approx pK_a \pm 1$$

💡 Lien avec S14 : autour du pKa, les deux formes (AH et A⁻) coexistent. Elles peuvent absorber les variations de pH → effet tampon.

Exemples en cosmétique

Tampon	Composition	pH ≈	Usage
Citrate	Acide citrique + citrate de Na	3–6	Stabilisation pH des crèmes

Tampon	Composition	pH ≈	Usage
Lactate	Acide lactique + lactate de Na	3–5	Soins hydratants
Phosphate	$\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{2-}$	6–8	Tampons biologiques (sang)

Rôle en cosmétique

Fonction	Explication
Stabiliser le pH	Le pH ne dérive pas pendant le stockage (DLC)
Résister aux variations	Contact avec la peau (pH ≈ 5,5) ne modifie pas le pH du produit
Garantir l'efficacité	Un actif pH-dépendant reste sous sa forme active (lien pKa)



Travail A – Comprendre la courbe (5 min)



Compétence E2 : Analyser

À partir du **Document II** :

A1. Décrivez l'allure générale de la courbe $\text{pH} = f(V)$ en 2 à 3 phrases :

A2. À quoi correspond chimiquement la zone de variation rapide du pH ?

A3. Le pH initial est-il acide ou basique ? Est-ce cohérent avec le fait qu'on titre un acide ? Justifiez.



Travail B – Exploiter la relation à l'équivalence (5 min)

Compétence E2 : Appliquer, Calculer

Un laboratoire titre l'allantoïne (acide, noté HA) par une solution de NaOH.

Données :

- $C(\text{NaOH}) = 0,50 \text{ mol/L}$
- $V_E = 12,0 \text{ mL}$ (déterminé sur la courbe)
- $M(\text{allantoïne}) = 158 \text{ g/mol}$

B1. Convertissez V_E en litres :

$V_E = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mL} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ L}$

B2. Écrivez la relation à l'équivalence :

B3. Calculez $n(\text{allantoïne})$:

B4. Calculez $m(\text{allantoïne})$:



Travail C – Reconnaître un tampon (3 min)

Compétence E2 : Mobiliser

Pour chaque mélange, indiquez s'il constitue un tampon et justifiez :

Mélange	Tampon ? (oui/non)	Justification
Acide lactique + lactate de sodium	<u> </u>	<u> </u>
HCl + NaCl	<u> </u>	<u> </u>

Mélange	Tampon ? (oui/non)	Justification
Acide citrique + citrate de sodium	_____	_____
NaOH + eau	_____	_____

Auto-vérification avant le TP

Avant de passer à la manipulation, vérifiez :

Je sais...	✓
Décrire le principe d'un titrage	<input type="checkbox"/>
Identifier les 3 zones sur une courbe $\text{pH} = f(V)$	<input type="checkbox"/>
Écrire la relation à l'équivalence	<input type="checkbox"/>
Convertir V_E de mL en L	<input type="checkbox"/>
Calculer n puis m à partir de V_E	<input type="checkbox"/>
Définir une solution tampon	<input type="checkbox"/>

 Si vous avez coché toutes les cases, vous êtes prêt(e) pour le TP !

Outils méthodologiques

 Fiche méthode 02 – Calculer et interpréter une concentration (D.U.C.I.)

 Fiche méthode 07 – Exploiter un titrage acido-basique