

# LC 32 : Acides/bases

Sadek Al-Jibouri et Isabelle Safa

## Niveau : CPGE

### Prérequis

- Réaction totale, réaction équilibrée
- Constante d'équilibre d'une réaction
- Tableau d'avancement
- Principe du titrage? (vu au lycée normalement)

### Expériences

- ☞ Echelle de teinte au BBT (diagrammes de prédominance)
- ☞ Titrage du coca (Cachau-Herreillat [1])
- ☞ Tampon à l'acide acétique : maxi ajout d'acide ou de base (si temps ok)
- ☞ (si élément imposé différent, ou leçon positionnée différemment dans l'année) Détermination de la constante de solubilité de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  par titrage conductimétrique, Cachau (ok juste j'aime bien cette expérience, elle est simple à comprendre, elle marche bien, et elle permet de montrer tout ce qu'on peut faire avec de l'acide-base)

Élément imposé : *Mettre en œuvre une réaction acide-base pour réaliser une analyse quantitative en solution aqueuse.*

## Références

- [1] Danielle Cachau-Herreillat. *Des expériences de la famille acide-base : réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie*. LMD Chimie. De Boeck, Bruxelles, 3e édition. édition, 2009.

Cachau Cachau Cachau (et un peu Daumarie)

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Qu'est ce qu'un acide ?</b>	<b>2</b>
1.1	Definitions . . . . .	3
1.2	Constantes d'équilibre . . . . .	3
1.3	Force d'un acide ou d'une base : . . . . .	3
<b>2</b>	<b>En solution aqueuse</b>	<b>3</b>
2.1	Le potentiel hydrogène . . . . .	3
2.2	Diagrammes de prédominance . . . . .	3
2.3	Prévision du sens d'échange . . . . .	4

## Objectifs pédagogiques

Les différentes transformations en solution aqueuse abordées dans la partie 4.4.1. « **Réactions acide-base et de précipitation** » constituent des illustrations de l'évolution des systèmes chimiques introduites au premier semestre, les étudiants étant amenés à déterminer l'état final d'un système en transformation chimique modélisée par une seule réaction chimique. On montrera qu'il est ainsi possible d'analyser et de simplifier une situation complexe pour parvenir à la décrire rigoureusement et quantitativement, en l'occurrence dans le cas des solutions aqueuses par une seule réaction. Il est cependant important de noter qu'on évite tout calcul inutile de concentration, en privilégiant l'utilisation des diagrammes pour valider le choix de la réaction mise en jeu. Dans ce cadre, aucune formule de calcul de pH n'est exigible.

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>4.4.1. Réactions acide-base et de précipitation</b>	
<b>Réactions acido-basiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- constante d'acidité ;</li> <li>- diagramme de prédominance, de distribution ;</li> <li>- exemples usuels d'acides et bases : nom, formule et nature – faible ou forte – des acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, phosphorique, acétique, de la soude, l'ion</li> </ul>	Identifier le caractère acido-basique d'une réaction en solution aqueuse. Écrire l'équation de la réaction modélisant une transformation en solution aqueuse en tenant compte des caractéristiques du milieu réactionnel (nature des espèces chimiques en présence, pH...) et des observations expérimentales.

36

© Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation, 2021

FIGURE 1 – Extrait du BO

hydrogénocarbonate, l'ammoniac.  <b>Réactions de dissolution ou de précipitation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- constante de l'équation de dissolution, produit de solubilité <math>K_s</math> ;</li> <li>- solubilité et condition de précipitation ;</li> <li>- domaine d'existence ;</li> <li>- facteurs influençant la solubilité.</li> </ul>	Déterminer la valeur de la constante d'équilibre pour une équation de réaction, combinaison linéaire d'équations dont les constantes thermodynamiques sont connues. Déterminer la composition chimique du système dans l'état final, en distinguant les cas d'équilibre chimique et de transformation totale, pour une transformation modélisée par une réaction chimique unique. Prévoir l'état de saturation ou de non saturation d'une solution. Utiliser les diagrammes de prédominance ou d'existence pour prévoir les espèces incompatibles ou la nature des espèces majoritaires. Exploiter des courbes d'évolution de la solubilité d'un solide en fonction d'une variable.  <b>Mettre en œuvre une réaction acide-base et une réaction de précipitation pour réaliser une analyse quantitative en solution aqueuse.</b>  <b>Illustrer un procédé de retraitement, de recyclage, de séparation en solution aqueuse.</b>
---	---

FIGURE 2 – Extrait du BO

## Introduction

Cours très important pour la chimie des solutions, problématique qui revient systématiquement, il y a très souvent des réactions acido-basiques, corps humain, industrie. Notions vues en terminales, pH, étude qualitative des réactions acide-base.

### 1 Qu'est ce qu'un acide ?

## 1.1 Définitions

### Définition : Acide

Espèce chimique susceptible de céder un proton  $H^+$

### Définition : Base

Espèce... de capter un proton

### Définition : Couple acide base

Couple donneur accepteur de proton

Exemple :  $HNO_3/NO_3^-$

### Définition : Réaction acido-basique

Réaction entre l'acide d'un couple et la base d'un autre

### Définition : Ampholyte (ou espèce amphotère)

Espèce étant la base d'un couple et l'acide d'un autre.

Exemple : l'eau, **Autoprotolyse de l'eau**, réaction de l'eau sur elle-même.

## 1.2 Constantes d'équilibre

**Autoprotolyse de l'eau** :  $2H_2O = H_3O^+ + HO^-$

de Constante de réaction  $K_e = 1 \times 10^{-14} = \dots$  très déplacée vers la gauche, donc l'eau pure n'est pas acide, et on a un lien entre  $H_3O^+$  et  $HO^-$  dans l'eau à l'équilibre, et l'eau pure est conductrice.

**Réaction acide base avec l'eau** :  $AH + H_2O = H_3O^+ A^-$

Constante thermodynamique la **Constante d'acidité** :  $K_a = \dots$

## 1.3 Force d'un acide ou d'une base :

### Définition : Acide (base) fort / faible

Un acide (base) fort/faible est une espèce acide (basique) complètement/partiellement dissociée dans l'eau à l'équilibre thermodynamique dans des conditions de faible dilution.

On définit le  $pK_a = -\log K_a$ , les acides (bases) faibles ont des  $pK_a$

## 2 En solution aqueuse

### 2.1 Le potentiel hydrogène

### 2.2 Diagrammes de prédominance

#### Echelle de teinte au BBT



Deux façons de procéder : soit rajouter goutte à goutte de l'acide ou de la base diluée, soit diluer progres-

sivement une solution trop acide/trop basique. Ça sert à rien d'essayer de viser pile le bon pH, c'est trop galère.

### Titration du $H_3PO_4$ dans le coca



Porter à ébullition le coca et agiter, titrer à la soude à 0.02 M

## 2.3 Prédiction du sens d'échange

Réaction Acide acétique - Ammoniac équimolaire. Etat final de demi-pH.

Exemple intéressant : les solutions tampons, notamment dans le corps, acide et sa base conjuguée.

### Tampon d'acide acétique



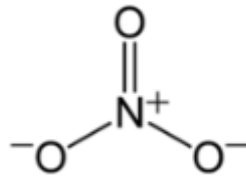
## Conclusion

### Important

**A retenir : Leçon importante dans l'année car réactions acide base prédominent**

- **Julie : Pourquoi avoir placé la leçon en MPSI et pas en terminale ??????**
- **Quelle difficulté pour les élèves ?** Quelle réaction à prendre en compte ? Etant donné qu'il n'y a plus la RP.
- **Est ce que les calculs de pH sont au programme de MPSI ?** Pas la relation d'Henderson ? Pour mieux comprendre les diagrammes de prédominance et la forme des courbes de titrage, d'où vient l'égalité à l'équivalence de  $pH = pK_a$ , elle se trouve très facilement depuis la définition de  $K_a$  et permet de donner des liens intéressants entre les deux.
- **Diagramme de prédo acidobasique, comme vous feriez pour de l'oxred ?** Vertical et en  $E^\circ$ , permet de ne pas les confondre et comme les diagrammes  $E_pH$
- **Problème pour les fioles avec bouchon ?** Les élèves ne penseront pas à tenir les bouchons et ça va s'envoler si gaz
- **Porter les gants en écrivant au tableau ?** Pas bien et donne mauvais exemple aux élèves.
- **Parler de tampon à la fin très vite, est ce que les élèves vont s'en souvenir ?** Non, mais intéressant de parler vite fait d'une notion à la fin du cours et d'en reparler ensuite.
- **Comment faire mieux retenir aux élèves ?** Exemple concret, montrer un exemple.
- **Titration du coca pertinent ?** Exemple de tous
- **Autres acides dans le coca ?** Citrique, benzoïque, carbonique
- **Introduire artificiellement le pH ?**

- **Beaucoup de formules pas démontrées, pertinent pour les élèves ? Pour le jury ?**
- **Pertinent pour les élèves d'utiliser**
- **QVR : Prof de PhiChi en lycée, une de vos élèves vous dit qu'elle ne veut pas se lancer dans des études scientifiques car c'est un milieu d'homme, que faites vous ?** En discuter avec elle, vraiment seule raison, discuter du vécu et proposer de discuter avec d'autres femmes qui ont été dans la sciences. Voir ce qui la motive.
- **Si des élèves sont à l'origine, il faut en discuter avec le CPE, prof principal, vrai problème social dans la classe, non négligeable. Une situation ou il faut être vigilant, sur la vaisselle en TP de chimie.**
- **Acide - Base, quelle acidité ?** Acidité de Bronsted, il y a aussi l'acidité de Lewis (échange de doublets), acidité de Lux-flood ?? (échange de  $O_2^-$  entre oxydes solides), et acidité de Pearson (ligand-métal), peut être vu comme acide base.
- **Exemple quotidien de réaction acidobasique dramatique ?** Javel + HCl = dichlore
- **Pourquoi  $NO_3^-$  particulièrement stable dans l'eau ?** Structure de Lewis :

FIGURE 3 – Structure de Lewis de  $NO_3^-$ 

- **L'eau pure ?** Déminéralisée, pas d'ions hors de l'eau, eau recondensée. Conductrice car ions  $H_3O^+$  et  $H_2O^-$ .
- **Agitation maintenue pendant la prise du pH pendant le titrage ? Bien ?** Potentiométrique : need pas de champ magnétique variable attention, il faut l'arrêter à chaque prise.
- **Comment prendre le volume sur la burette, quelles sources d'incertitudes ?** Il faut prendre avec la croix (l'étranglement de la bande photophore).
- **Comment fonctionne le pHmètre ?** Les électrodes, bien d'étalonner avec tampons proches
- **Réaction de dosage, conditions ?** Rapide, unique, totale
- **Acidobasique rapide ?** Oui
- **Comment vous êtes sûr de la concentration de la soude** Faites maison **attention à la pureté des pastilles**
- **Activité = concentration ? Un modèle plus fin ?** Debye huckel (modèle électrostatique)
- **Autres types de tampons, exemples ?** Pseudo tampon du sang ( $HCO_3^-$ ), espèces amphotères.
- **Ce dont vous parleriez ou détailleriez un peu dans la suite du cours ? Exemples de choses que vous feriez ?** Intro de la redox avant pH, la solubilité, dans le programme en même temps avec le pH, dans le cours suivant, fin sur les titrages + solubilité, exemple avec titrages pour la solubilité.

## Commentaires

- La gestion du tableau est bonne, couleurs bien.
- Au niveau des concepts, c'est assez bien maîtrisé, pKa, rigueur bien.
- Support plutôt pas mal avec slides, regressi.
- Intro péda : Trop courte, attention, need : les prérequis, les objectifs disciplinaires et la place dans la progression.  
Ce qu'on peut faire : Les objectifs, parti pris (choix didactiques), la séquence pédagogique, ce qui peut suivre (TD, TP), les difficultés que les élèves peuvent rencontrer, comment les résoudre.
- Les titrages sur Dozzaqueux.
- Bien prendre le temps d'intro péda!
- Introduction pas suffisamment contextualisée, les exemples étaient un peu vagues, needed more exemples. Les personnes de ménage peuvent faire du dichlore.
- Attention aux titres des parties un peu putaclick.
- Un des points les plus dérangeant c'est oublié de la manip quantitative oups
- Essayer de rester 100 % sérieuse mais c'était bien pour devant des élèves.
- Agitation ? Tout le temps la laisser ou alors la couper.
- Exemples d'expériences ? Destop, Vitamine C, vinaigre.
- Proposition de plan : Plus de prérequis et axé sur doser une espèce, exemple la vitamine C, acide ascorbique, dans mon placard j'ai ça ça ça, par exemple de la soude, I identifier les réactions 1 Diag de prédo, 2 Constantes, exemple 1 avec une base qui marche pas, II Détermination des concentrations III Titrage 1 détermination de la concentration 2 Incertitudes
- Attention, 40 minutes face à un jury, bien de montrer tout ce qu'on sait faire, qu'est ce que je veux lui montrer au jury ?
- Tampon à couper si pas suffisamment de temps, broder en conclusion aurait été mieux.
- Attention eau distillée/pure