

Partie 5

LES SCIENCES PHYSIQUES AU SERVICE DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT

Chapitre 1

LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ



sciences physiques et chimiques - Terminale S
<http://cedric.despax.free.fr/physique.chimie/>



SOMMAIRE

OBJECTIFS	3
INTRO	4
COURS	5
I. Dosage d'une espèce chimique par étalonnage.....	5
I.1. Principe.....	5
I.2. Dosage spectrophotométrique.....	7
I.3. Dosage conductimétrique.....	9
II. Dosage d'une espèce chimique par titrage.....	13
II.1. Principe.....	13
II.2. Titrage colorimétrique.....	15
II.3. Titrage pH-métrique.....	17
II.4. Titrage conductimétrique.....	29
CE QU'IL FAUT RETENIR	35
OBJECTIF BAC	36
BIBLIOGRAPHIE	36
ANIMATIONS	36

OBJECTIFS

Réaliser, calculer, appliquer des consignes, modéliser :

- Exploiter des spectres UV-visible.
- Etablir l'équation de la réaction support de titrage à partir d'un protocole expérimental.

Mettre en œuvre une démarche expérimentale :

- Mettre en œuvre un protocole expérimental pour caractériser une espèce colorée.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de courbes d'étalonnage en utilisant la spectrophotométrie et la conductimétrie dans le domaine du contrôle de la qualité.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique et par la visualisation d'un changement de couleur dans le domaine du contrôle de la qualité.

Raisonner :

- Interpréter qualitativement un changement de pente dans un titrage conductimétrique.

Notes perso

INTRO

Avant d'être commercialisés, les aliments, les médicaments, produits ménagés... subissent de nombreux contrôles de qualité.



Comment ces contrôles sont-ils menés et sur quelles techniques reposent-ils



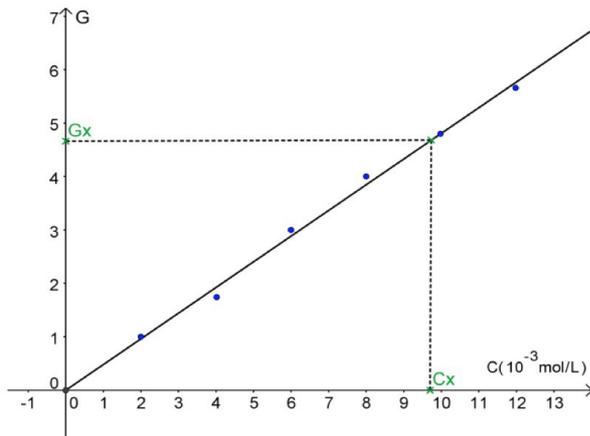
COURS

I. Dosage d'une espèce chimique par étalonnage

I.1. Principe

Pour doser une **espèce chimique E** dans une **solution S_x** par étalonnage :

1. On mesure une **grandeur physique G** pour différentes solutions de **concentrations en E connues**, appelées **solutions étalons**.
2. Ces mesures permettent de tracer une **courbe d'étalonnage**.
3. Ensuite il suffit de mesurer la **valeur de G pour la solution S_x**, soit **G_x**. L'abscisse du point correspondant sur la courbe d'étalonnage donne la **concentration C_x** de solution inconnue.



Pour doser une espèce chimique par étalonnage, il est nécessaire de **connaître un ordre de grandeur** de la concentration à déterminer.

I.2. Dosage spectrophotométrique



Activité expérimentale n°1 : Vérification de l'identité et de la masse de colorant dans un bonbon

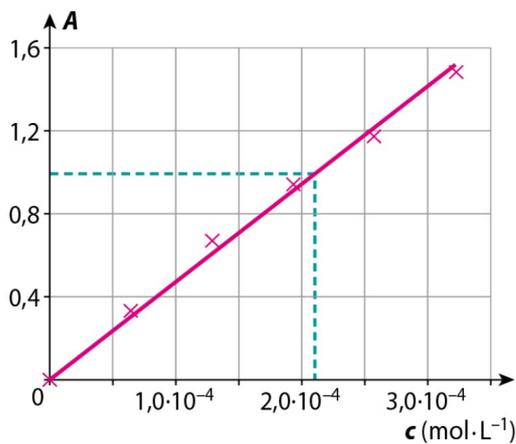


La grandeur physique G mesurée est l'**absorbance A** de la solution contenant l'espèce chimique à doser. Cette technique ne peut être utilisée que si l'**espèce chimique à doser** est la **seule qui absorbe à la longueur d'onde d'étude...**

I.2.a. Absorbance d'une solution

Loi de Beer-Lambert :

I.2.b. Courbe d'étalonnage et dosage



*Droite d'étalonnage permettant le dosage d'une solution aqueuse d'éosine
($\lambda = 450 \text{ nm}$)*



Exercices n°10, 11 et 21 p.183 et 186 (chimie)

I.3. Dosage conductimétrique



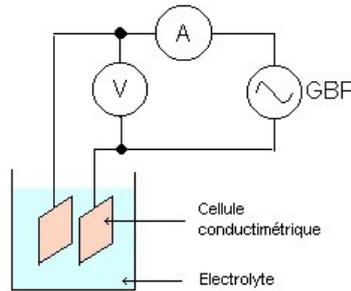
La grandeur physique G mesurée est la **conductivité σ** de la solution contenant l'espèce chimique à doser.

Cette technique ne peut être utilisée que si l'**espèce chimique à doser** est une **espèce chimique ionique** et **seul responsable de la conductivité de la solution...**

I.3.a. Conductivité d'une solution

La **conductance**, définie comme l'**inverse de la résistance**, représente l'**aptitude d'une solution à conduire le courant électrique**.

$$G = \frac{1}{R}$$



La **conductance G** d'une solution dépend non seulement de la nature et de la température de la solution (**solvant et solutés**), mais aussi des caractéristiques (**surface S , écartement des plaques l**) de la cellule de mesure.

Pour s'affranchir des caractéristiques de la cellule de mesure, on utilise une grandeur proportionnelle à la conductance G , la **conductivité** :

$$G = K\sigma$$

Loi de Kohlraush :

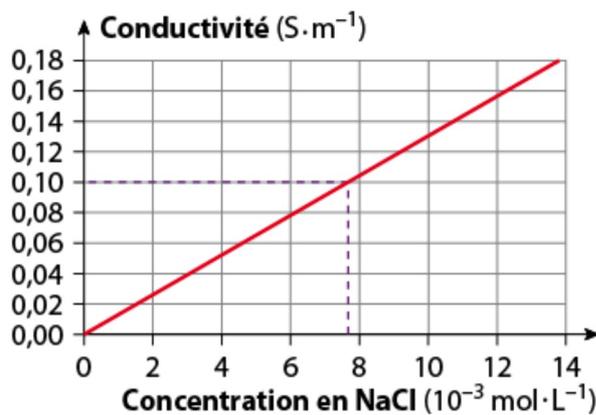
$$\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i]$$



Sous cette forme, cette loi est valable dans le cas d'ions monochargés.

Le facteur de proportionnalité λ_i d'un ion i s'appelle la **conductivité molaire ionique**. Elle dépend principalement de l'espèce chimique considérée.

Ions	Conductivité molaire ionique λ_i ($S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$)
HO^-	$20 \cdot 10^{-3}$
H_3O^+	$35 \cdot 10^{-3}$
Na^+	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Cl^-	$7,6 \cdot 10^{-3}$
CH_3COO^-	$4,1 \cdot 10^{-3}$
NH_4^+	$7,4 \cdot 10^{-3}$

I.3.b. Courbe d'étalonnage et dosage

Droite d'étalonnage utilisée pour déterminer la concentration molaire d'une solution de sérum physiologique par mesure de conductivité



Exercices n°10 p.162 (chimie)

II. Dosage d'une espèce chimique par titrage

II.1. Principe

Pour doser une **espèce chimique E** dans une **solution S_x** par **titrage** :

1. On fait **réagir** un volume connu de la solution S_x contenant l'espèce chimique E à doser (**réactif titré**) avec une autre espèce chimique (**réactif titrant**) d'une solution de concentration connue.



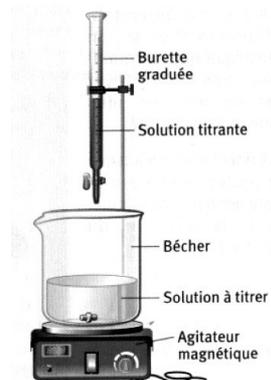
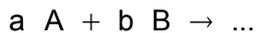
La **réaction de titrage** doit être **rapide, totale et unique**. Elle doit en outre provoquer la variation d'une caractéristique physique de la solution titrée permettant de **repérer aisément l'équivalence** : c'est l'**observable** (couleur, pH, conductivité...).

2. On **repère l'équivalence** grâce à l'observable utilisé. La valeur du volume versé à l'équivalence permet de déterminer la concentration de l'espèce titrée.



Lors d'un titrage, on définit l'**équivalence** comme l'**état du système chimique pour lequel les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométriques**.

Réaction de titrage :



II.2. Titrage colorimétrique



Activités expérimentales n°2 et 4 :
Vérification du degré d'acidité d'un vinaigre
Vérification du pourcentage massique
d'hydroxyde de sodium d'un déboucheur de
canalisation

Un titrage colorimétrique est un titrage où l'**observable** est la **couleur de la solution titrée**.

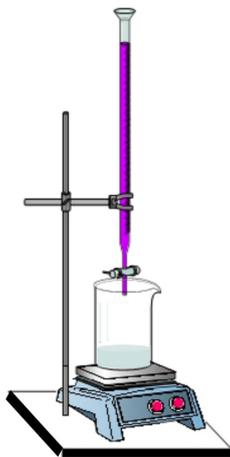


La couleur peut être fournie par l'un des **réactifs**, l'un des **produits** ou par un **indicateur coloré**.

Un indicateur coloré est une espèce chimique qui ne doit **pas intervenir dans la réaction de titrage** et doit **changer de couleur au passage de l'équivalence**.

Titration des ions Fe^{2+} par les ions MnO_4^- :

- $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$
- $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$



II.3. Titration pH-métrique



Activités expérimentales n°2 et 4 :
Vérification du degré d'acidité d'un vinaigre
Vérification du pourcentage massique
d'hydroxyde de sodium d'un déboucheur de
canalisation



Résolution de problème n°1 :
L'acide phosphorique dans le Coca

Un titrage pH-métrique est un titrage où l'**observable** est le **pH de la solution titrée**.

II.3.a. La réaction de titrage

La réaction support du titrage est une réaction acide/base.

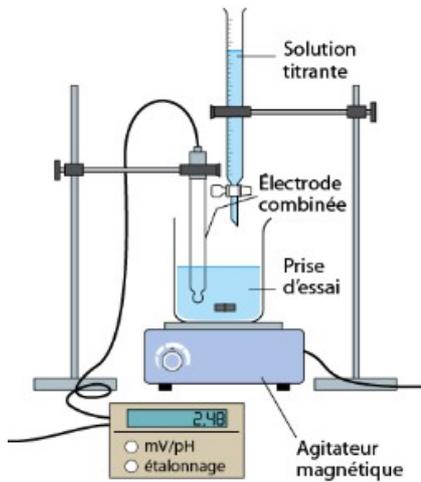


Si le **réactif titré** est un **acide**, le **réactif titrant** est une **base** et inversement.

L'**acide** ou la **base titrée** peut être **fort(e)** ou **faible**.

L'**acide** ou la **base titrante** est **toujours fort(e)**.

II.3.b. Le montage expérimental



On relève la valeur du pH après chaque ajout de solution titrante.

II.3.c. La courbe de titrage



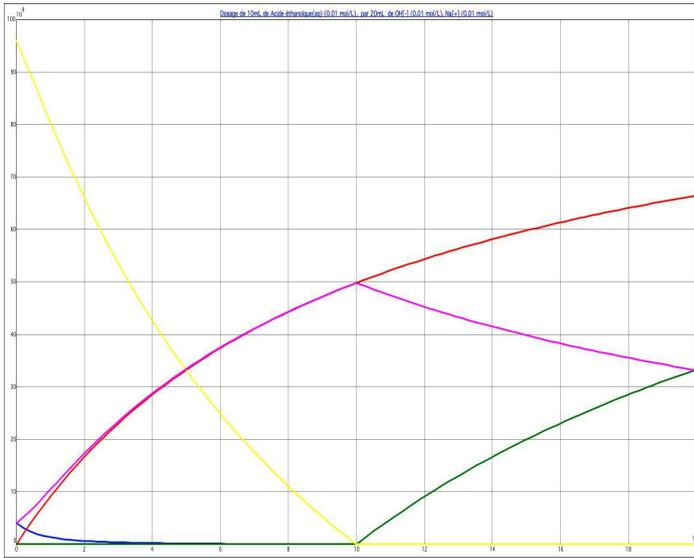
Contrairement à un titrage colorimétrique, la solution titrante continue à être versée **au-delà de l'équivalence**.

Titration d'une solution d'acide éthanoïque par une solution d'hydroxyde de sodium :

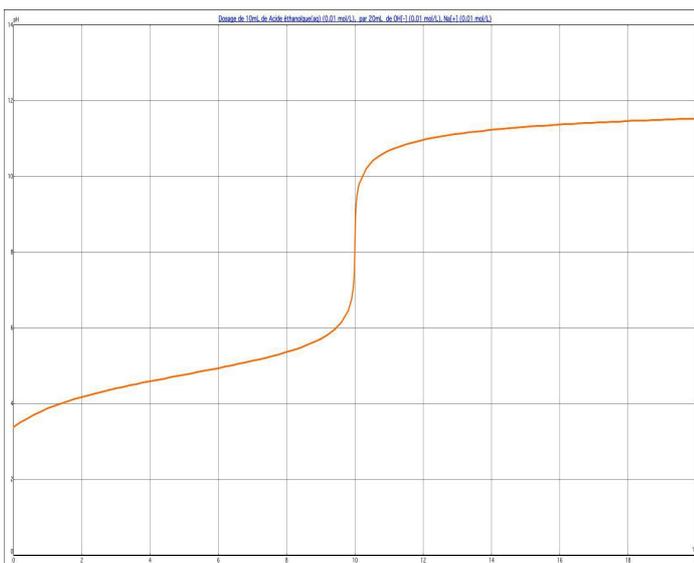
Comment évoluent les concentrations des différentes espèces ainsi que le pH de la solution titrée lors de ce titrage



Notes perso

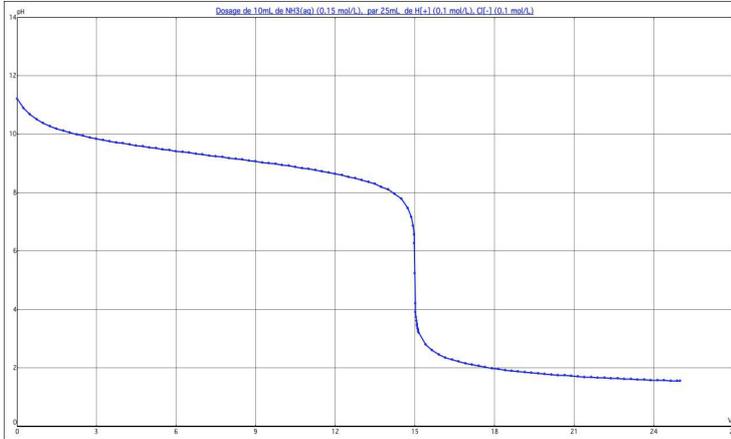


Notes perso





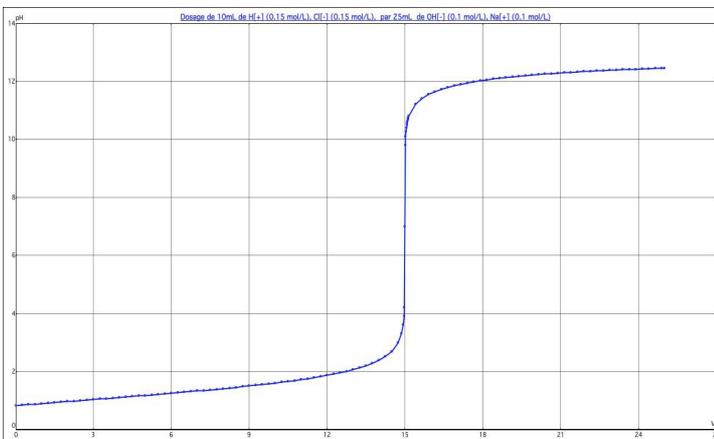
On obtient le même type de courbe lors du titrage d'une base par un acide.



Evolution du pH de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante ajouté lors du titrage d'une solution d'ammoniac par une solution d'acide chlorhydrique



On obtient une courbe particulière lors du titrage d'un acide ou d'une base forte.



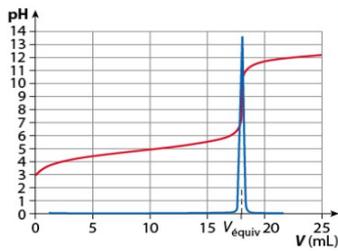
Evolution du pH de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante ajouté lors du titrage d'une solution d'acide chlorhydrique par une solution d'hydroxyde de sodium

II.3.d. Repérage de l'équivalence

La courbe de titrage $pH = f(V)$ présente un **point singulier E** autour duquel, le pH croît très rapidement (« **saut de pH** ») pour de faibles ajouts de solution titrante. C'est le **point d'équivalence**.

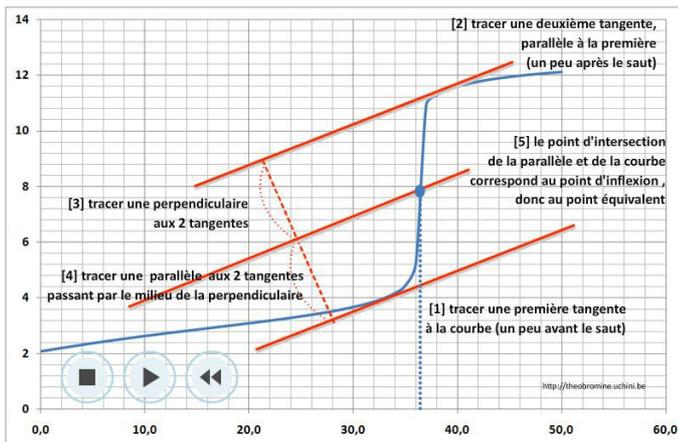
Méthode logicielle :

Le volume à l'équivalence V_E est l'abscisse de l'extremum de la courbe dérivée $\frac{dpH}{dV}$.



Repérage de l'équivalence à l'aide de la dérivée de la courbe $pH=f(V)$.

Méthode des tangentes :



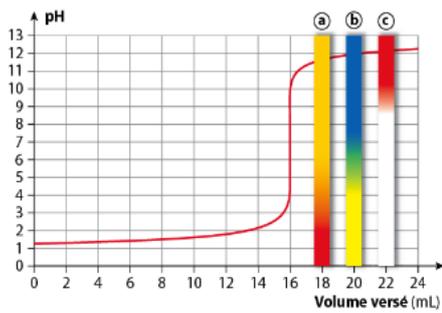
Repérage de l'équivalence à l'aide de la méthode des tangentes

II.3.e. Choix d'un indicateur coloré acido-basique

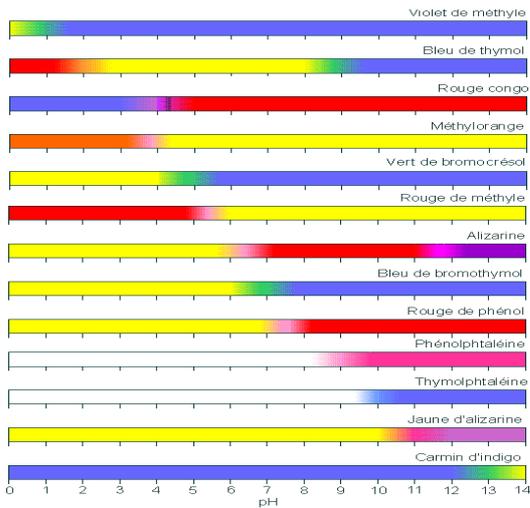


Le choix d'un indicateur pour un titrage acide/base nécessite de connaître sa **zone de virage** et de disposer de sa **courbe de titrage pH-métrique**.

L'indicateur coloré est convenablement choisi si le pH à l'équivalence est inclus dans sa zone de virage.



Zones de virages de trois indicateurs colorés en fonction du pH :
(a) hélianthine ; (b) bleu de bromothymol ; (c) phénolphtaléine



Zones de virages de quelques indicateurs colorés en fonction du pH



Exercices n°11, 13 et 17 p.143, 144 et 145 (chimie)

II.4. Titrage conductimétrique



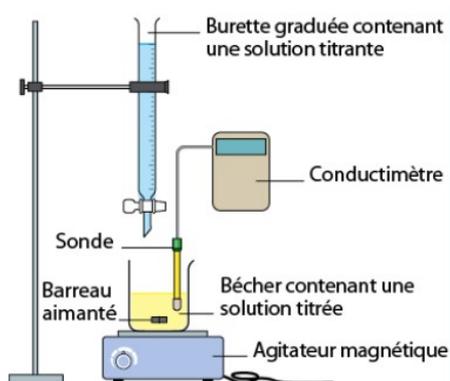
Activités expérimentales n°3 et 4 :
Vérification du pourcentage massique de chlorure de sodium d'une solution physiologique
Vérification du pourcentage massique d'hydroxyde de sodium d'un déboucheur de canalisation

Un titrage conductimétrique est un titrage où l'**observable** est la **conductivité de la solution titrée**.

II.4.a. La réaction de titrage

La réaction support du titrage est une réaction qui fait intervenir des espèces ioniques.

II.4.b. Le montage expérimental



On relève la valeur de la conductivité après chaque ajout de solution titrante.

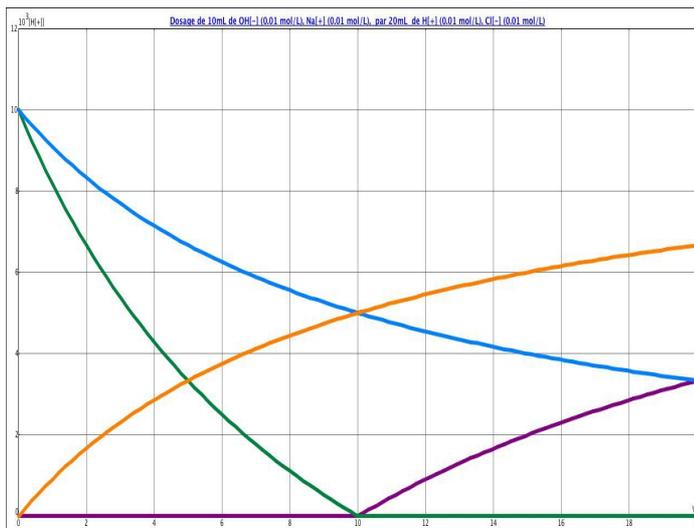
II.4.c. La courbe de titrage



Contrairement à un titrage colorimétrique et comme un titrage pH-métrique, la solution titrante continue à être versée **au-delà de l'équivalence**.

Titration d'une solution d'hydroxyde de sodium par une solution d'acide chlorhydrique :

Comment évoluent les concentrations des différentes espèces ainsi que la conductivité de la solution titrée lors de ce titrage



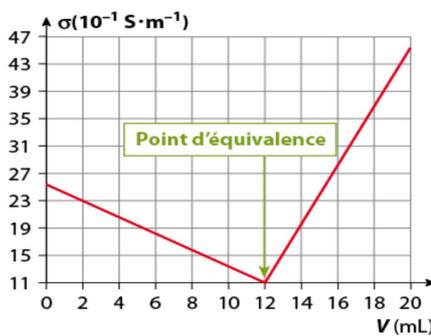
Evolution des concentrations des différentes espèces en fonction du volume de solution titrante ajouté lors du titrage



Evolution de la conductivité de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante ajouté lors du titrage

II.4.d. Repérage de l'équivalence

La courbe de titrage $\sigma = f(V)$ présente un **point singulier E** autour duquel, la variation de la conductivité est modifiée. C'est le **point d'équivalence**.

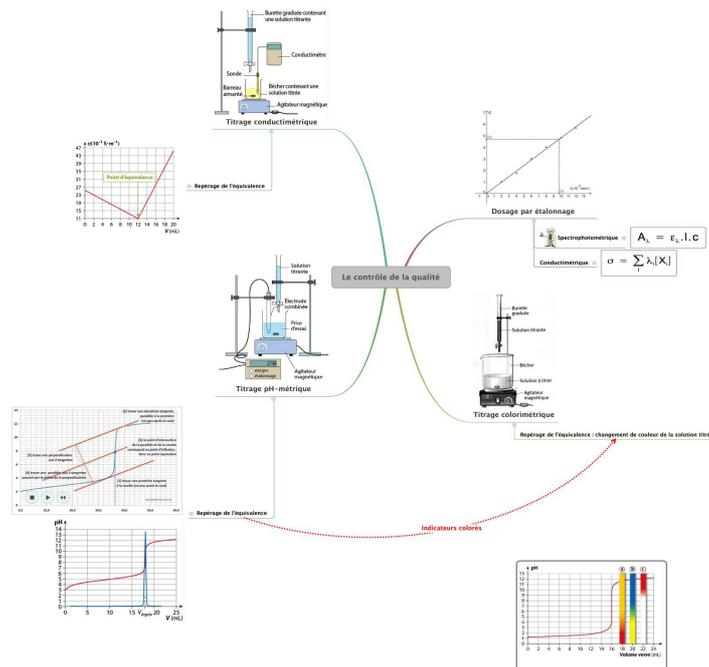


Repérage de l'équivalence à l'aide du changement de pente de la courbe $\sigma=f(V)$



Exercices n°3, 5, 16 et 17 p.160, 161, 164 et 165 (chimie)

CE QU'IL FAUT RETENIR



OBJECTIF BAC...

Exercices du livre :

- Exercices n°19, 20, 21, 22 et 23 p.146, 147, 148, 149 et 150 (chimie)
- Exercices n°18, 19 et 20 p.166, 167 et 168 (chimie)

BIBLIOGRAPHIE

- BELIN, chimie Term S

ANIMATIONS

- <http://www.edumedia-sciences.com/fr/> (identifiant : 0070001N mdp : edumedia)