

Atelier scientifique MPS – L'alimentation – Partie 2
Dosage de l'acide citrique dans la limonade – Séance 3

1 Principe d'un dosage

1.1 Les acides et les bases

L'acide citrique, responsable de l'acidité de la limonade, a pour formule $C_6H_8O_7(aq)$. Il s'agit de l'acide contenu dans le citron.

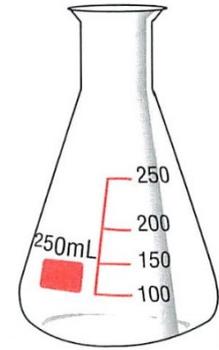
a. Que peut-on dire quant au pH d'une solution aqueuse contenant de l'acide citrique ?

.....

Une solution d'hydroxyde de sodium (nom d'usage « soude ») a pour formule $Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$.

b. Que peut-on dire quant au pH d'une solution aqueuse contenant de la soude ?

.....



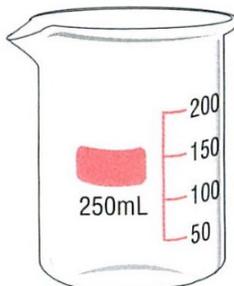
.....

.....

1.2 Où l'on découvre la verrerie de précision et son utilité

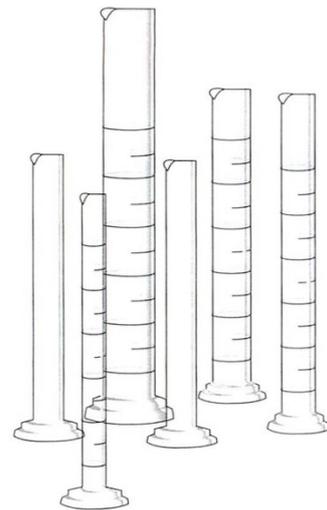
Pour réaliser l'expérience, on utilise une verrerie de précision.

c. Donnez les noms de chaque verrerie représentée ci-après, et précisez pour chaque son utilité et la précision de ses graduations.



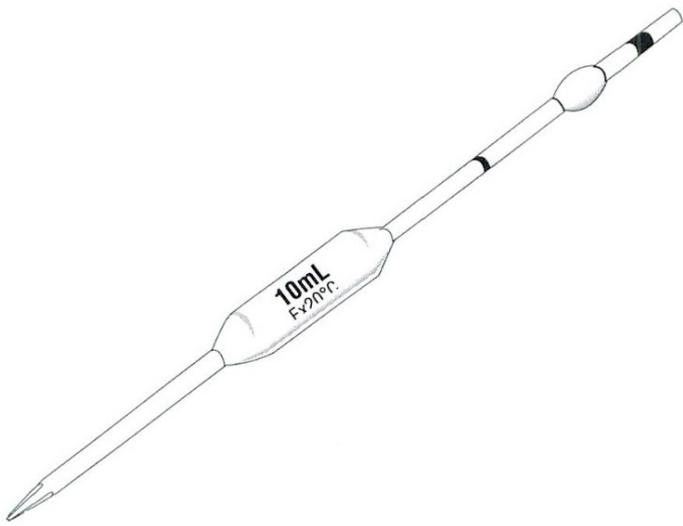
.....

.....



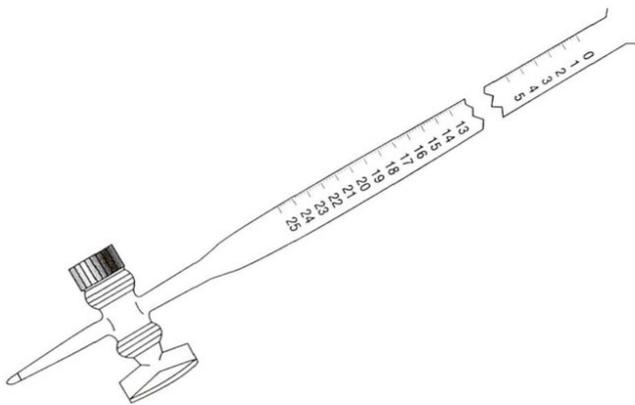
.....

.....



.....

.....



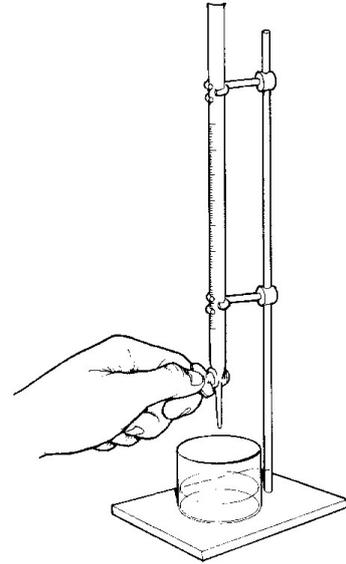
.....

.....

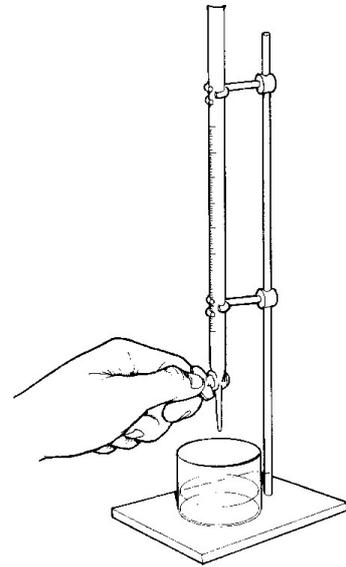
1.3 Qu'est-ce qu'un dosage ?

Seul un suivi quantitatif (= avec des mesures) permet une évaluation précise de l'état de l'environnement. Une méthode de suivi de choix est le dosage (ou titrage), qui consiste à faire réagir l'espèce dont la quantité est inconnue (appelée espèce titrée) avec une espèce dont la quantité est connue (appelée espèce titrante).

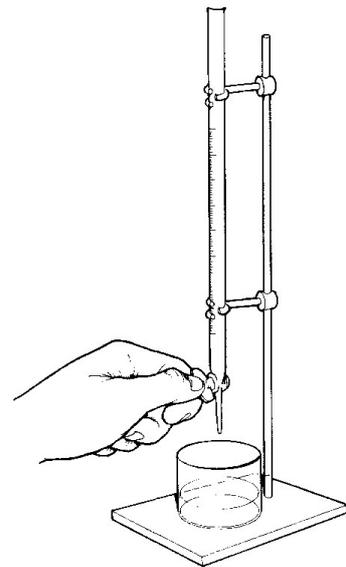
- Avant le dosage, le réactif titré est en excès :



- À l'équivalence, les réactifs titrants et titrés sont dans les proportions stoechiométriques :

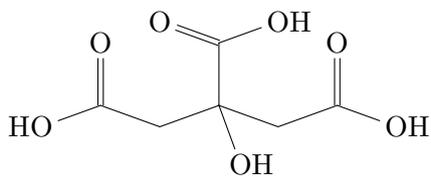


- Après l'équivalence, le réactif titrant est en excès :



- La dilution de l'espèce titrée (ajout d'eau distillée dans le bécher afin que les électrodes soient bien immergées) est sans effet sur la quantité de matière de réactif dosé !

1.4 Qu'est-ce que l'acide citrique ?



L'acide citrique

L'acide citrique est un acide présent en abondance dans le citron, d'où son nom. Il s'agit d'un acide faible qui joue un rôle important en biochimie comme métabolite du cycle de Krebs, une voie métabolique majeure chez tous les organismes aérobies.

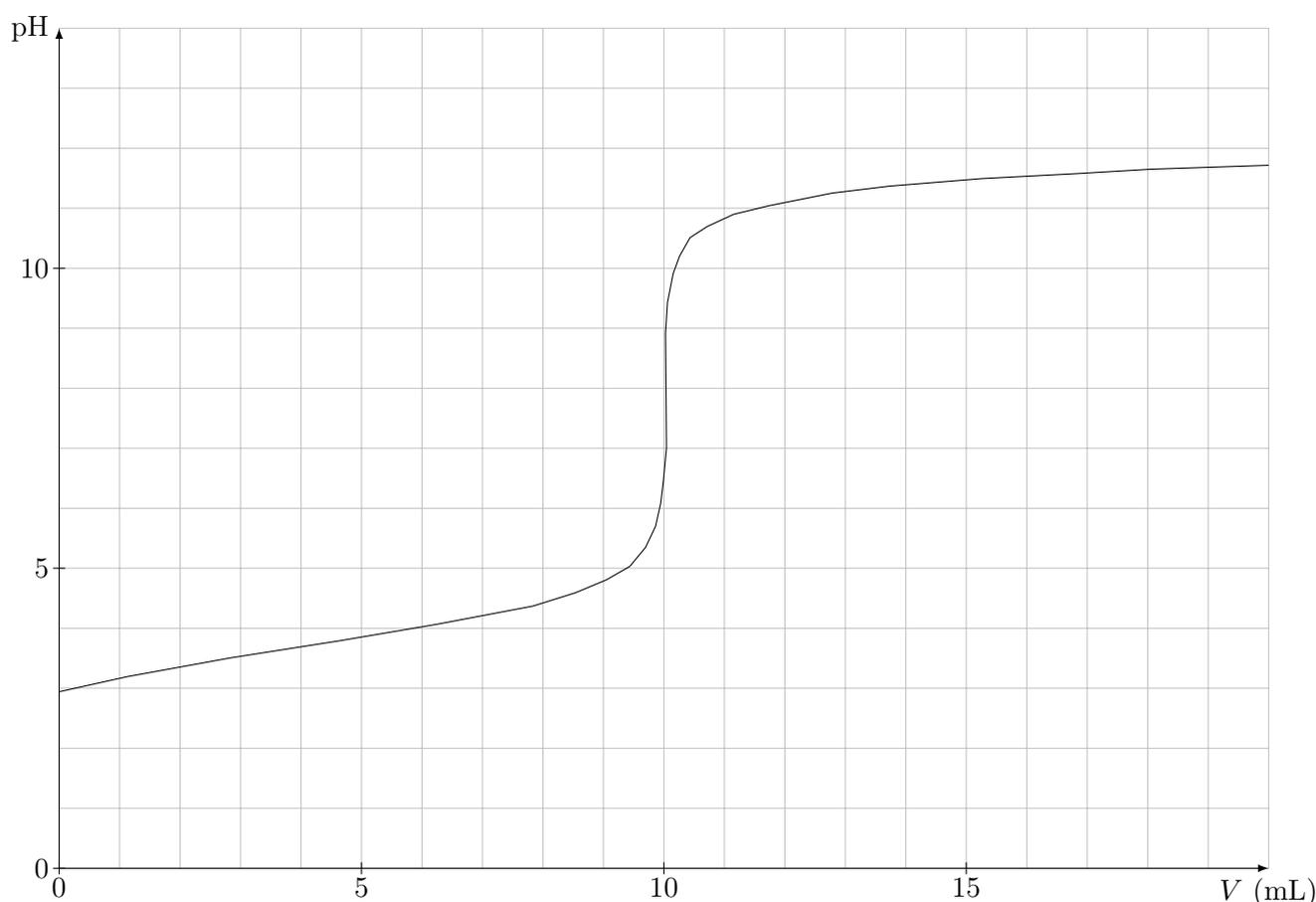
Plus d'un million de tonnes d'acide citrique sont produites industriellement chaque année. Il est largement

utilisé comme exhausteur de goût et comme régulateur alimentaire de pH.

d. Quelles précautions faut-il prendre lors de la manipulation de l'acide citrique pur ?

.....
.....

La figure ci-dessous représente la courbe de titrage pH-métrique de l'acide par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$.



e. Utiliser la méthode des tangentes pour déterminer les coordonnées du point équivalent (V_E, pH_E). Le tracé doit rester apparent, à rendre.

.....

On envisage de réaliser ce dosage de façon régulière et on souhaite gagner du temps.

Pour cette raison on envisage un dosage colorimétrique et non pH-métrique.

Voici quelques indicateurs colorés typiques :

Indicateurs	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	jaune	3,1 → 4,4	rouge
Bleu de thymol	jaune	8,0 → 9,6	bleu
Phénolphtaléine	incolore	8,2 → 10,0	rose

f. Lorsque l'indicateur coloré est dans sa zone de virage, il adopte sa teinte sensible. Indiquez la teinte sensible de chacun des trois indicateurs précédents.

.....

.....

.....

g. Indiquer et justifier quel indicateur pourrait convenir, et décrire le ou les changements de couleur qui seraient observés à l'équivalence.

.....

.....

.....

2 Dégazage de la limonade

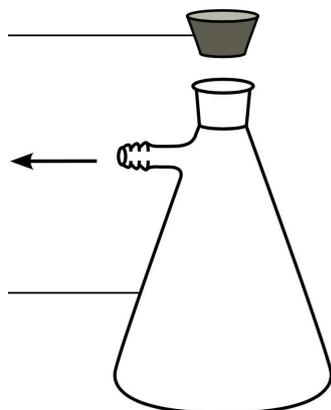
La limonade contient entre autres du dioxyde de carbone dissous, des extraits végétaux, et des additifs dont les codes sont E 150 et E 330. E 330 est l'acide citrique, acide que l'on va doser.

Doser consiste à déterminer une quantité.

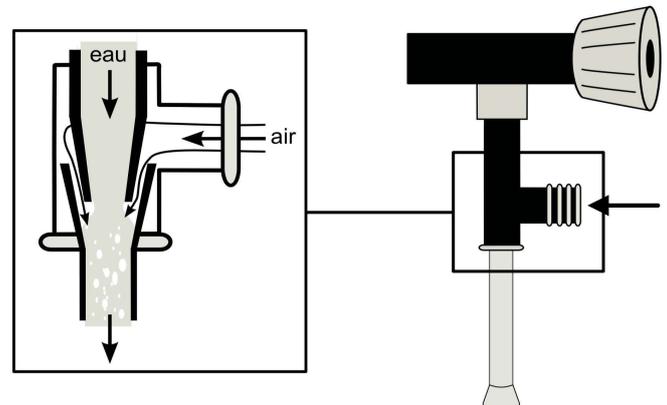
Le dioxyde de carbone dissous peut fausser le dosage de l'acide citrique, car il est lui-même un acide dissout dans l'eau. Pour éviter cet inconvénient, il faut dégazer la boisson par un chauffage à reflux ou par dégazage à vide.

2.1 Dégazage à vide

- Réaliser le montage d'aspiration sous vide suivant :



- Pour aspirer le gaz, on utilise une trompe à eau, dont le mode de fonctionnement est basé sur l'effet de Venturi :



- Pour améliorer le dégazage, en plus d'aspirer, on agite jusqu'à ce que la boisson ne mousse plus.

3 Dosage de la limonade

L'objectif des manipulations et des calculs proposés est de déterminer la concentration massique de l'acide citrique dans la limonade et de vérifier que la teneur autorisée par la législation (15 g/L) n'est pas dépassée.

Cochez au fur et à mesure de l'avancement de votre travail!

3.1 Préparation de la burette

- Mettre des lunettes de protection,
- Vider l'eau distillée de la burette,
- Rincer la burette avec la soude à 0,10 mol/L,
- Remplir la burette de soude et ajuster au zéro.

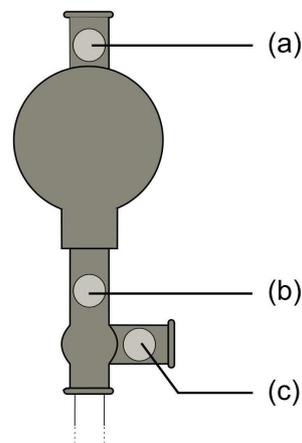
Rappel : le bas du ménisque de l'eau doit affleurer la graduation :



3.2 Prise d'essai de la limonade

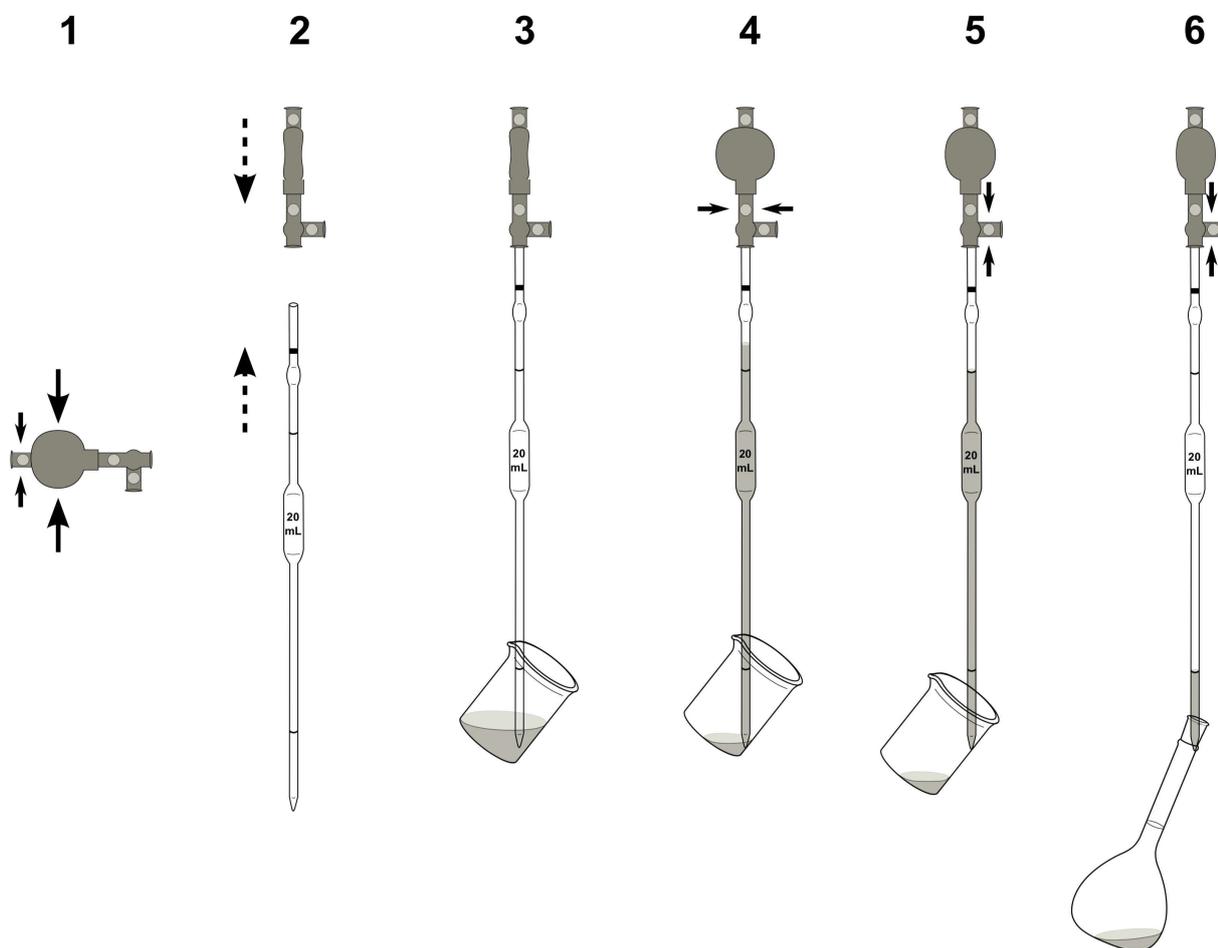
- Prélever 20,0 mL de limonade à l'aide de la pipette jaugée munie d'un dispositif d'aspiration et les verser dans l'erlenmeyer.

Rappel : utilisation de la poire aspirante :



- (a)
- (b)
- (c)

Rappel : méthode pour prélever un volume précis :



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

- Rincer la pipette à l'eau distillée, déconnecter la poire aspirante.

Attention ! Rincer immédiatement la pipette utilisée pour prélever la limonade, afin d'éviter de la boucher (sucre!).

- Ajouter une dizaine de gouttes de bleu de thymol, jusqu'à ce que la teinte soit bien visible.

3.3 Préparation du dosage proprement dit

- Introduire dans l'erenmeyer le barreau aimanté propre et sec.
- Placer l'erenmeyer sur l'agitateur magnétique. Bien centrer celui-ci et ne pas agiter trop fort.
- Installer l'ensemble sous la burette.

3.4 « Descente de burette »

- Verser à l'aide de la burette la solution de soude jusqu'au virage du bleu de thymol.

La teinte sensible doit être obtenue à la goutte près et doit persister dix secondes minimum !

- Noter le volume équivalent :

$$V_{BE} = \dots\dots\dots \text{ mL}$$

3.5 Rangement du matériel

- Retirer le barreau aimanté à l'aide d'une tige aimantée. Le laver puis l'essuyer.
- Vider la burette, la rincer la burette et la remplir avec de l'eau distillée.
- Rincer les béchers et les disposer à l'envers sur la table afin qu'ils sèchent.
- Rincer l'erenmeyer et le laisser sécher tel que.

3.6 Calculs

- Calculer la concentration molaire de l'acide citrique dans la limonade. On note :

C_B est la concentration molaire de la soude :

$$C_B = 0,10 \text{ mol/L}$$

V_{BE} est le volume équivalent de soude versée, en millilitre (mL), mesuré précédemment,

$$V_{BE} = \dots\dots\dots \text{ mL}$$

V_A est le volume de la limonade prélevé :

$$V_A = 20,0 \text{ mL}$$

C_A est la concentration molaire de l'acide citrique dans la limonade, recherchée. Formule littérale :

$$C_A = \frac{C_B \times V_{BE}}{V_A}$$

Application numérique posée :

$$C_A = \frac{\dots\dots\dots \times \dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

Résultat, arrondi correctement :

$$C_A = \dots\dots\dots \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

- Calculer la masse d'acide citrique contenu dans un litre de limonade.

On donne : masse molaire de l'acide citrique :

$$M = 192,1 \text{ g/mol}$$

À l'aide de la relation suivante, déterminer, en grammes, la masse d'acide citrique dans un litre de limonade. Formule littérale :

$$C_m = C_A \times M$$

Application numérique posée :

$$C_m = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots$$

Résultat, arrondi correctement, avec son unité :

$$C_m = \dots\dots\dots \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$$

h. La teneur autorisée par la législation est au maximum de 15 g/L. La législation est-elle respectée? Justifier la réponse.

.....