

# CHIMIE DS2

Devoir surveillé n° 2  
2 Méthodes d'analyse + 3 Titrages

## Exercice 1 (5 points)

### Un indicateur coloré naturel issu du chou rouge

Mots-clés : *réactions acide-base ; dosage par titrage.*

Les anthocyanes sont des espèces chimiques responsables de la couleur de nombreux végétaux comme le chou rouge, l'hortensia ou encore l'aubergine. Une des propriétés remarquables des anthocyanes est que leur couleur en solution dépend fortement du pH de la solution.

Dans cet exercice, on se propose de modéliser un indicateur coloré naturel contenant des anthocyanes pour pouvoir l'utiliser lors du titrage d'un lait fermenté.

#### Données :

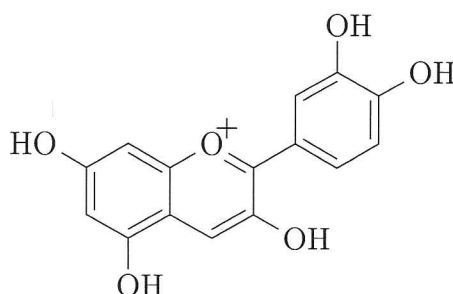
- numéros atomiques des éléments hydrogène, carbone et oxygène :

| Éléments chimiques | H | C | O |
|--------------------|---|---|---|
| Numéros atomiques  | 1 | 6 | 8 |

- masse molaire de l'acide lactique :  $M_{AH} = 90,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;
- l'acidité Dornic d'un lait, exprimée en degré Dornic de symbole °D, est reliée à la concentration en masse d'acide lactique dans ce lait en considérant qu'il est le seul acide présent : 1,0 °D correspond à une concentration en masse en acide lactique égale à  $0,10 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

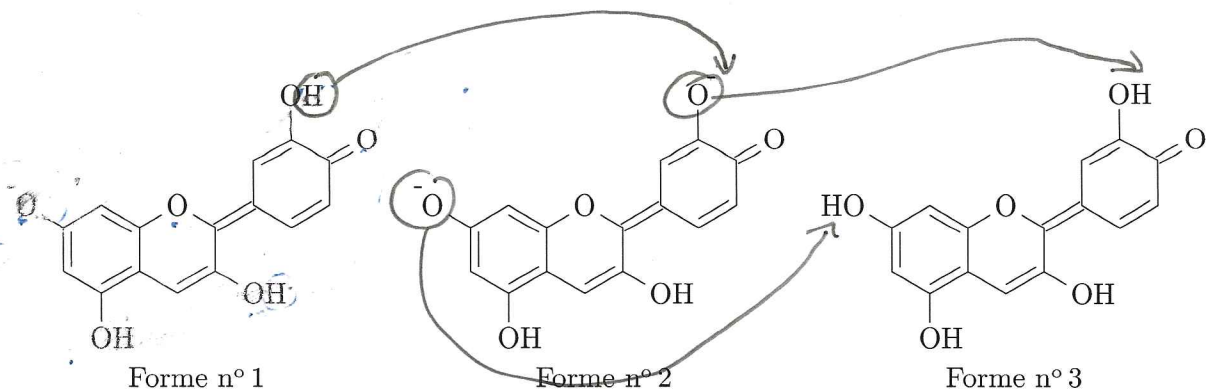
#### 1. Modélisation d'un indicateur coloré naturel issu du chou rouge

La couleur du chou rouge est principalement due à la présence d'une vingtaine d'anthocyanes différentes. Pour comprendre l'influence du pH du milieu sur la couleur, on modélise ce mélange complexe d'espèces chimiques par une seule espèce chimique, la cyanidine (figure 1), dont la structure est commune à toutes les anthocyanes.



**Figure 1** – Formule topologique de la cyanidine.

On limite la modélisation à des milieux où le pH est compris entre 4,5 et 9,0. Dans cet intervalle, la cyanidine existe principalement sous trois formes (figure 2 page 2).



**Figure 2** – Les trois formes de la cyanidine pour un pH entre 4,5 et 9,0.

Au laboratoire, on prépare une solution de jus de chou rouge en faisant macérer pendant dix minutes dans de l'eau distillée chaude le quart d'un chou rouge coupé en morceaux. On filtre le mélange et on obtient une solution aqueuse de couleur violet-bleu intense. On fait varier le pH de la solution et on note la couleur correspondante (tableau 1 ci-dessous).

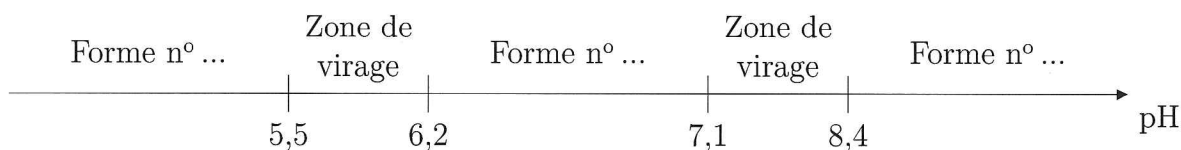
| Couleur | Violet | Violet | Violet-bleu | Violet-bleu | Bleu | Bleu-vert | Bleu-vert | Bleu-vert | Vert | Vert |
|---------|--------|--------|-------------|-------------|------|-----------|-----------|-----------|------|------|
| pH      | 4,5    | 5,0    | 5,5         | 6,0         | 6,5  | 7,0       | 7,5       | 8,0       | 8,5  | 9,0  |

**Table 1** – Teintes d'une solution de chou rouge en fonction du pH.

1.1. Justifier que la forme n° 1 est une espèce amphotère.

1.2. Recopier puis compléter les pointillés du diagramme de prédominance proposé en figure 3 ci-après pour cet indicateur coloré.

Associer une couleur à chaque forme en solution aqueuse.



**Figure 3** – Teintes de la cyanidine en fonction du pH (à recopier et à compléter).

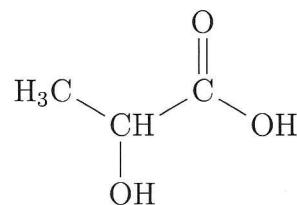
## 2. Titrage d'un lait fermenté

Pour préparer des fromages ou des yaourts, il est nécessaire de faire fermenter du lait frais. Des bactéries appelées ferments lactiques sont utilisées pour transformer notamment le lactose du lait frais en acide lactique (figure 4).

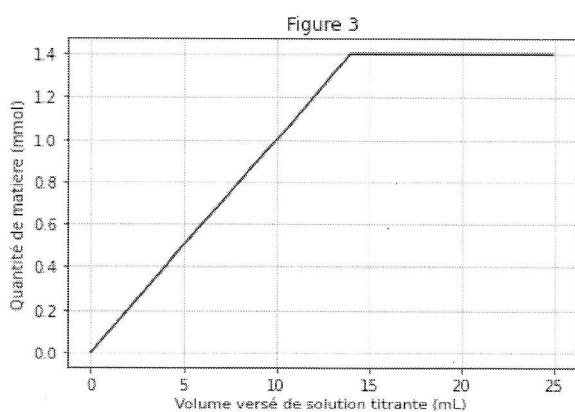
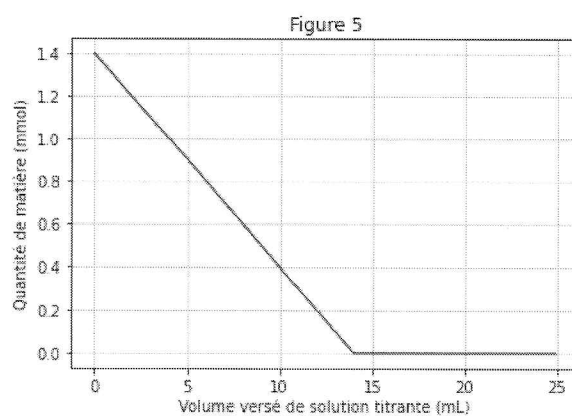
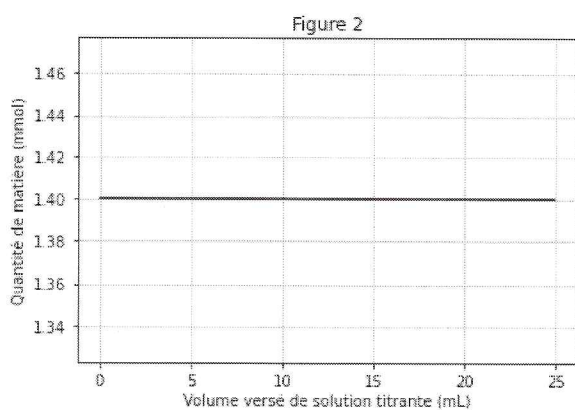
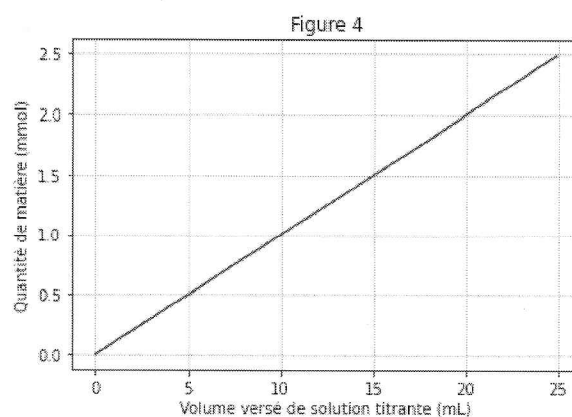
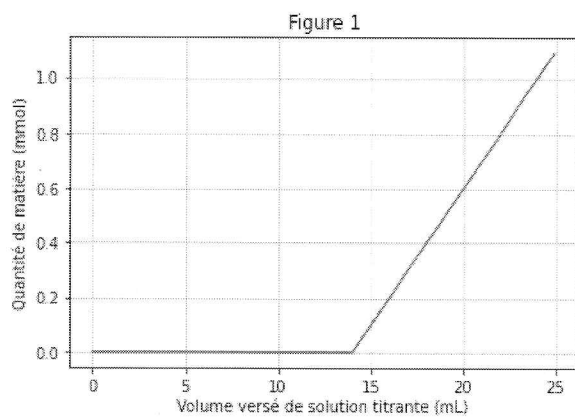
Lors de la fabrication des produits laitiers, pour déterminer l'avancement de la fermentation du lait, les techniciens réalisent un titrage acido-basique de l'acide lactique formé afin de déterminer l'acidité Dornic. L'acidité Dornic d'un lait doit être supérieure à 80 °D pour pouvoir fabriquer un yaourt.

2.1. Représenter le schéma de Lewis de l'ion lactate.

2.2. Justifier que la fermentation du lait contribue à acidifier celui-ci.



**Figure 4** – Formule semi-développée de l'acide lactique.



2.3. En justifiant explicitement le raisonnement, indiquer pour chaque graphe l'espèce chimique correspondante.

2.4. Compléter le code des lignes 12 et 19.

Nom : CVER

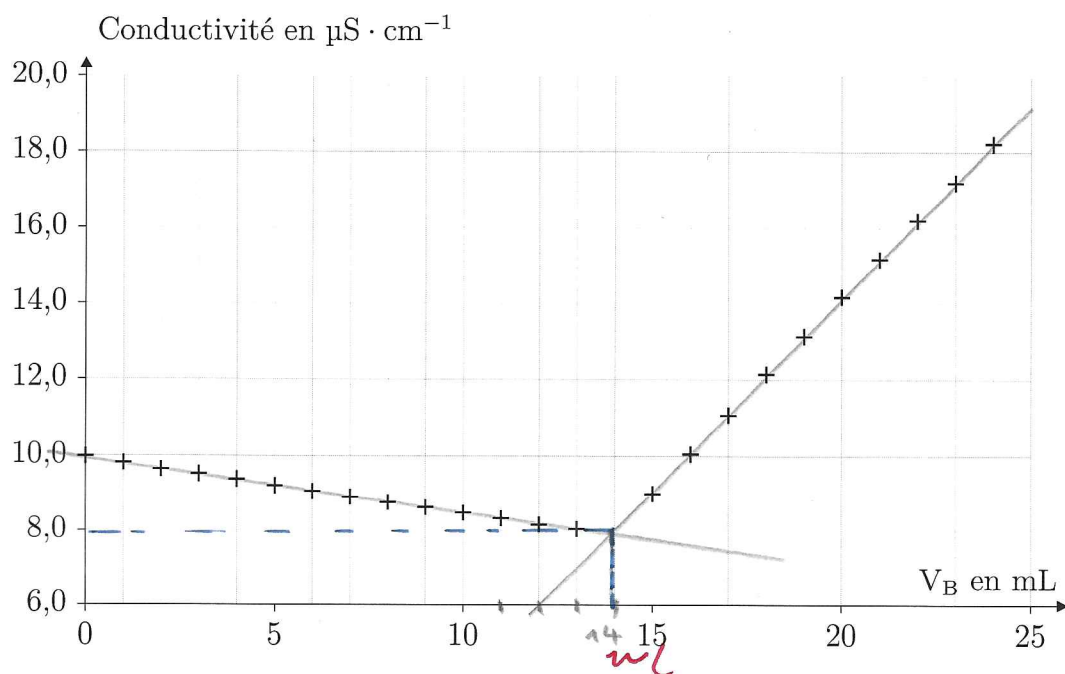
Prénom : Adrien

## Annexe 1 Exercice 2

### Document réponse à rendre avec la copie

#### Partie 1 : Questions 1.2 et 1.3

Titration conductimétrique de la solution de chlorure d'ammonium par la solution d'hydroxyde de sodium



Nom : CUERPrénom : Adrien

## Annexe 2 Exercice 2

### Document réponse à rendre avec la copie

#### Partie 2 : Questions 2.1 et 2.4

```
1 # Simulation du titrage dont la réaction support est de la forme
2 # a A + b B -> c C + H2O
3 # a, b, c et d sont les coefficients stoechiométriques
4 from matplotlib import pyplot as plt
5
6 a= 1 # nombre stoechiométrique de l'espèce à titrer À COMPLÉTER
7 b= 1 # nombre stoechiométrique de l'espèce titrante À COMPLÉTER
8 c= 1 # nombre stoechiométrique du produit de la réaction À COMPLÉTER
9 Ca=0.14 # concentration de la solution à titrer (mol/L)
10 Va=10.0 # volume de la solution à titrer (mL)
11 Cb=0.10 # concentration de la solution titrante (mol/L)
12 Veq= 14 # calcul du volume à l'équivalence (mL) À COMPLÉTER
13 pasVb=0.1
14 nA,nB,nC,nS_A,nS_B=[],[],[],[],[]
15 v=[i/10 for i in range(250)]
16 for Vb in v:
17     if Vb<Veq:
18         nA.append(Ca*Va-Cb*Vb*a/b)
19         nB.append(Cb*Veq) # calcul de nB À COMPLÉTER
20         nC.append(c/b*Cb*Vb)
21         nS_A.append(Ca*Va)
22         nS_B.append(Cb*Vb)
23     else:
24         nA.append(0)
25         nB.append(Cb*Vb-Cb*Veq)
26         nC.append(c/b*Cb*Veq)
27         nS_A.append(Ca*Va)
28         nS_B.append(Cb*Vb)
```