

Thème :	Constitution et transformations de la matière
C4	<b>Peut-on faire des crêpes aujourd'hui ?</b>

**Matériel**

- Pipettes jaugées de 20 mL et propipette
- Erlenmeyer de 125mL, Burette graduée de 25mL
- Barreau aimanté, agitateur magnétique
- éprouvette graduée de 100,0mL et Bechers de 250,0mL
- Solution S<sub>1</sub> de lait
- Solution S<sub>0</sub> de soude C<sub>0</sub> = 5,0x10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup>
- pipette compte goutte, pissette d'eau distillée.
- Un pH-mètre et son électrode
- Flacon compte goutte de l'indicateur coloré « Bleu de thymol»,
- ordinateur, logiciel Edupython

**Objectifs**

- Effectuer et exploiter un dosage par suivi colorimétrique et pH-métrique.
- Etablir la relation à l'équivalence.
- Savoir tracer la courbe n quantité de matière réactifs, produits = f(V)
- connaitre les différentes parties d'un programme python et savoir écrire quelques lignes.

**1**

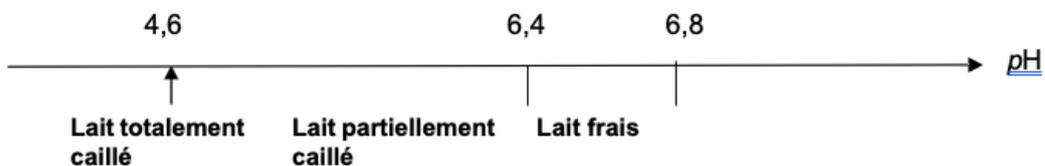
**Réaliser un contrôle-qualité par suivi pH-métrique et par suivi colorimétrique**



Pour le goûter, Lucie souhaite réaliser des crêpes. La bouteille de lait du réfrigérateur est ouverte depuis plusieurs jours. Sur l'étiquette, elle peut lire la recommandation suivante : « Après ouverture, à consommer rapidement et à conserver au frais »

**Doc.1 Critère de fraîcheur**

En vieillissant le lactose présent dans le lait se transforme lentement en acide lactique sous l'action de bactéries. La teneur en acide lactique d'un lait est un bon critère de fraîcheur. Si l'acidité du lait est trop importante, les protéines du lait précipitent: le lait « caille ». Le lait présente deux phases, la phase la plus consistante correspond à la caséine du lait (aspect de fromage), l'autre phase liquide et plus ou moins translucide correspond au petit lait.

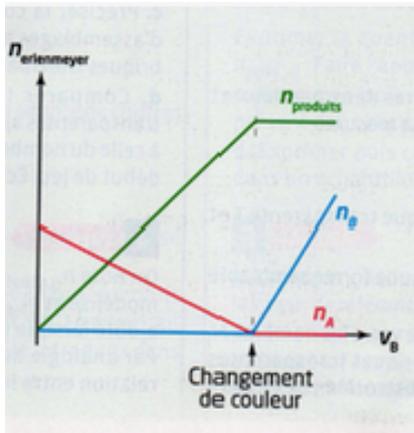


**Doc.2 Mesure du degré Dornic**

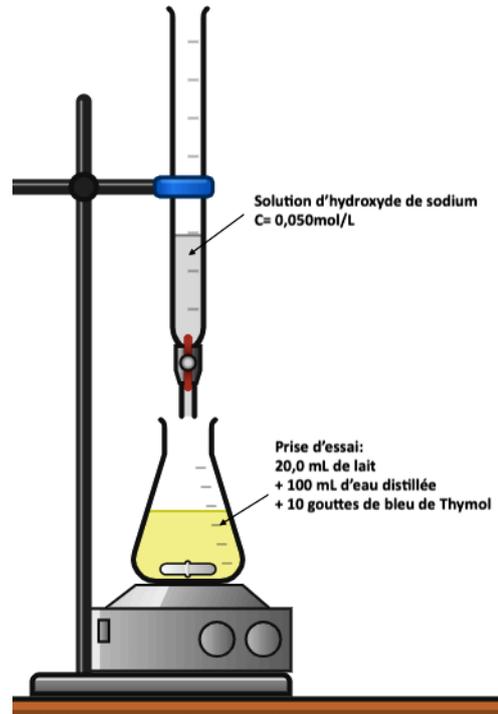
Un lait est caractérisé par son degré Dornic: un degré Dornic, 1°D, correspond à 0,10g d'acide lactique par litre de lait (même si l'acide lactique n'est pas le seul acide présent). Pour être considéré consommable sans risque pour la santé, un lait doit avoir un degré Dornic inférieur ou égal à 18°D. Expérimentalement pour mesurer le degré Dornic, le contrôle se fait par dosage par suivi colorimétrique de 20mL de lait avec une solution de soude à 0,050 mol.L<sup>-1</sup>.

### Doc.3 Représentation de l'évolution des quantités de réactifs et produits

L'équation de réaction support de titrage est :  
 $aA(aq) + bB(aq) \rightarrow \text{produits}$



### Doc 4. Schéma du dosage



1. **ANA** Proposer un protocole expérimental simple pour vérifier l'acidité du lait.

.....

.....

.....

.....

2. **VAL** Faire valider et le mettre en oeuvre.

3. **REA** En prenant appui sur les résultats expérimentaux, indiquer si le lait testé peut être considéré comme frais. Justifier.

.....

.....

.....

4. **ANA** Indiquer la valeur maximale, en degré Dornic, d'un lait frais considéré comme consommable.

.....

.....

.....

5. **REA** Calculer, en gramme, la quantité d'acide lactique que doit contenir au maximum un litre de lait pour qu'il reste consommable.

.....

.....

.....

6. **COM** Indiquer l'expérience à effectuer pour savoir si le lait est consommable.

.....

.....

7. **REA** Effectuer le dosage colorimétrique du doc.4 et Noter le volume de soude équivalent  $V_{eq}$  obtenu pour le dosage précis du lait.

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

8. **ANA/COM** A partir des résultats des groupes, compléter le tableau suivant, en donner la moyenne et l'incertitude.

Binôme	1	2	3	4	5	6	7
$V_E$ ( mL)							

.....  
 .....  
 .....

9. **ANA** Indiquer la réaction support de dosage et donner la relation à l'équivalence du dosage. On notera l'acide lactique sous la forme AH.

.....  
 .....  
 .....

10. **REA** Pour réaliser le dosage par suivi pH-métrique, quelle modification doit être faire sur le schéma doc 4. Faire vérifier par le professeur et le réaliser.

.....  
 .....  
 .....

11. **REA** Compléter le tableau suivant. Réaliser la courbe sur votre ordinateur. Déterminer le volume à l'équivalence par la méthode de votre choix.

$V$ ( mL)									
pH									

IMPRIMER ET COLLER VOTRE COURBE

12. **ANA/COM** La masse molaire de l'acide lactique étant de  $90 \text{ g.mol}^{-1}$ . Indiquer la concentration en masse  $C_A$  en acide lactique du lait testé. Conclure si le lait peut être consommé.

.....  
 .....  
 .....

$$C_A = \dots\dots\dots \text{g/L}$$

.....  
 .....

## 2

### Ecrire le programme permettant d'obtenir la concentration en masse de l'acide lactique

13. **ANA** Quelles sont les variables à indiquer au préalable, indispensables au programme ?

.....  
.....  
.....

14. **ANA** Indiquer la formule qui permet le calcul de  $C_A$

.....  
.....  
.....

15. **ANA** Ouvrir Edupython, et écrire un programme permettant de vérifier votre calcul de  $C_A$  en g/L si besoin utiliser le joker doc. 5

.....  
.....  
.....

#### Joker ... Doc 5. Programme Python 1

```
1 # Titrage
2 print("Titration de la solution A par B: aA + bB -> produits\
3     Entrer les valeurs des nombres stoechiométriques a et b")
4 a= float (input("a= "))
5 b= float (input("b= "))
6 print ("entrer le volume de l'espèce titrée en mL et la concentration\
7     de la solution titrante CB en mol/L")
8 VA = float (input ("VA="))
9 VE = float (input ("VE="))
10 CB = float (input ("CB="))
11 CA=(b/a)*(CB*VE/VA)
12 print ("concentration CA=",CA,"mol/L")
13
```

## 3

### Pour aller plus loin: Prévoir l'évolution de la quantité de matière en fonction du volume de solution titrant versé à l'aide d'une simulation

16. **REA** D'après le doc. 3, prévoir la courbe représentant les quantités de matière des réactifs et des produits en fonction du volume versé  $n = f(V)$

## Doc 6. Programme Python 2

```
1 import matplotlib.pyplot as plt # importation de la fonction pyplot du fichier matplotlib
2
3 print ("TP Nettoyer ses lentilles de contact")
4 print ("-----")
5 print ("L'équation du dosage peut s'écrire sous la forme : 5A + 2B + 6C → 2D + 5E + 8F")
6 print ("avec : ")
7 print("      A = peroxyde d'hydrogène")
8 print("      B = ion permanganate")
9 print("      C = proton (acide)")
10 print("      D = ion manganèse")
11 print("      E = dioxygène")
12 print("      F = eau")
13 print("On s'intéresse au suivi des quantités de matière de A, B et D")
14
15
16 na = [8.82E-4] #na = quantité de matière initiale de peroxyde d'hydrogène
17 nb = [0] #nb = quantité de matière initiale d'ion permanganate (nulle au début)
18 nd = [0] #nd = quantité de matière initiale d'ion manganèse
19 V = [0] #V = volume initial de solution de permanganate
20 X = [0] #X = avancement de la réaction en mol
21
22 VE = 2/5*8.82E-2*1E-2/2E-2 # Calcul du volume équivalent (= 17,6mL)
23 i = 0
24
25 Xmax = na[0]/5 # Valeur de l'avancement maximal
26 Vmax = 0.025 # Volume maximal de sol titrante versé
27
28 plt.xlabel("V solution titrante (L)") # affichage du titre de l'axe des abscisses.
29 plt.ylabel("n (mol)") # affichage du titre de l'axe des ordonnées.
30 plt.title("n=f(volume de solution titrante)")
31 plt.grid()
32 Ymax=na[0] # Ymax est forcément la valeur initiale de peroxyde d'hydrogène car n'a pas été consommé
33 plt.axis([0,Vmax,0,Ymax])
34
35 plt.text(4.5E-3,8E-4,'peroxyde d hydrogène',bbox=dict(facecolor='red'))
36 plt.text(18E-3,2E-4,'ion permanganate',bbox=dict(facecolor='cyan'))
37 plt.text(19E-3,4.2E-4,'ion manganèse',bbox=dict(facecolor='green'))
38
39
40 for i in range (0, 26) :
41     if V[i] < VE:
42         plt.scatter(V[i],na[i],marker = '.',c='red') # Affiche le point de coordonnées (x[i], na[i]) sous la forme d'un pt rouge
43         plt.scatter(V[i],nb[i],marker = '.',c='cyan')
44         plt.scatter(V[i],nd[i],marker = '.',c='green')
45         V.append(V[0]+(i+1)*1E-3) # Abscisse : rajoute l'élément V[0]+(i+1)*1E-3 à la liste des V, c'est à dire rajoute 1mL au volume V
46         i=i+1 # obligé de mettre i=i+1 à cette ligne afin de bien prendre en compte V[0]
47         X=2E-2*V[i]/2 # calcul de l'avancement
48         na.append(na[0]-5*X) # Ordonnée :rajoute l'élément na[0]-2*X à la liste des na
49         nb.append(nb[0]) # Ordonnée : bloque la valeur de nb à zéro avant l'équivalence
50         nd.append(nd[0]+2*X)
51     else :
52         V.append(V[0]+(i+1)*1E-3) # Abscisse : rajoute l'élément V[0]+i*1E-3 à la liste des V, c'est à dire rajoute 1mL au volume V
53         X=2E-2*V[i]/2
54         na.append(0) # Ordonnée :rajoute l'élément na[0]-2*i*Xmax/nbrePoints la liste des na
55         nb.append(2*X-2E-2*VE) # Ordonnée :rajoute l'élément na[0]-2*i*Xmax/nbrePoints la liste des nb
56         nd.append(nd[i]) # Ordonnée : bloque la valeur de nd à nd[i] après l'équivalence
57         plt.scatter(V[i],na[i],marker = '.',c='red') # Affiche le point de coordonnées (V[i], na[i]) sous la forme d'un pt rouge
58         plt.scatter(V[i],nb[i],marker = '.',c='cyan')
59         plt.scatter(V[i],nd[i],marker = '.',c='green')
60     plt.pause(0.05) # Pause de 0,05s entre chaque point
61 plt.show()
62
```

17. **REA** Ouvrir le logiciel Edupython, Effectuer les changements nécessaires pour modéliser la courbe d'évolution des quantités de matière en fonction du volume de solution titrante versé d'après le programme du doc 6.
18. **REA** Exécuter le programme modifié et imprimer votre courbe. Déterminer le  $V_E$  graphiquement. Comparer au  $V_E$  expérimental.