

**BACCALAURÉAT GÉNÉRAL**

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie  
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

**ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT**

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.  
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

**CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION**

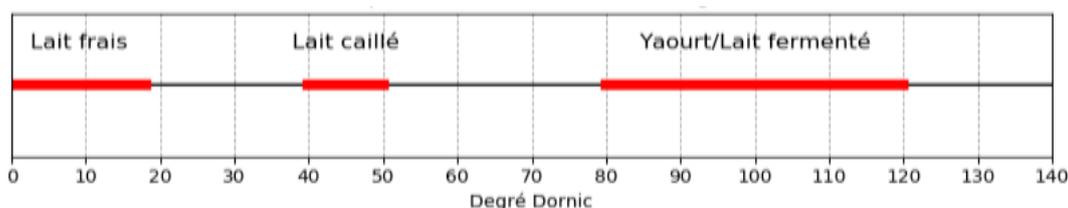
Le lait et ses produits dérivés, comme les yaourts et les laits fermentés, sont appréciés pour leurs bienfaits nutritionnels, notamment grâce à leur richesse en calcium et en probiotiques.

Les bactéries contenues dans ces produits laitiers transforment le lactose en acide lactique, un composant clé qui influence le goût et l'acidité. L'acidité d'un produit laitier peut être caractérisée par son degré Dornic.

***Le but de cette épreuve est de déterminer le degré Dornic d'un produit laitier à boire, et de le classer comme lait (frais ou caillé), yaourt ou lait fermenté.***

## INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

### Degré Dornic de différents produits laitiers



### Yaourt et lait fermenté

La différence principale entre un lait fermenté et un yaourt réside dans les types de bactéries utilisés et le processus de fabrication.

**Yaourt** : le yaourt est fabriqué à partir de lait pasteurisé auquel sont ajoutées deux souches spécifiques de bactéries lactiques : *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Ces bactéries transforment le lactose en acide lactique, ce qui donne au yaourt sa texture épaisse et son goût légèrement acide. Pour être légalement appelé « yaourt », ces deux bactéries doivent être présentes en quantité suffisante dans le produit final.

**Lait fermenté** : le lait fermenté peut être élaboré avec une plus grande variété de bactéries (comme *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*, etc.), et il n'est pas soumis aux mêmes contraintes de fermentation que le yaourt. Il présente une texture souvent plus liquide et peut avoir un goût légèrement différent, en fonction des bactéries utilisés. Ils n'ont pas droit à l'appellation « yaourt » car ce ne sont pas les mêmes bactéries qui assurent la fermentation du lait.

### Fiche du produit à analyser



- ▶ Notre produit laitier à boire contient plus de 10 milliards de bactéries *L. casei* ainsi que des vitamines B6 et D pour le système immunitaire. Il résulte de 72 h de fermentation.
- ▶ Les vitamines B6 et D contribuent au bon fonctionnement du système immunitaire.
- ▶ Notre produit laitier constitue une source importante de calcium et de protéines.
- ▶ Il ne contient aucun gluten ni colorant artificiel.

d'après le site web : <https://www.actimel.fr/yaourt-a-boire/original-fruits/original>

### Détermination du degré Dornic par titrage

Le degré Dornic (°D) mesure l'acidité d'un produit laitier en fonction de la quantité d'acide lactique qu'il contient. Un degré Dornic indique qu'il y a 10 milligrammes d'acide lactique par 100 millilitres de produit.

L'équation de la réaction support du titrage de l'acide lactique, de formule brute  $C_3H_6O_3$ , par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est :  $C_3H_6O_3(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_3H_5O_3^-(aq) + H_2O(l)$

À partir du volume à l'équivalence  $V_E$ , on détermine le degré Dornic °D à partir de la relation suivante :

$$^{\circ}D = \frac{C_B \cdot V_E \cdot M \cdot 10}{V_A}$$

$V_A$  : Volume de solution à titrer prélevé en mL

$V_E$  : Volume de solution titrante versé à l'équivalence en mL

$C_B$  : Concentration de la solution titrante d'hydroxyde de sodium, en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$M$  : Masse molaire de l'acide lactique.  $M = 90,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

**Différents indicateurs de pH et leur zone de virage :**

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Rouge de crésol	Jaune	7,4 – 9,0	Violet
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Rouge de méthyle	Rouge	4,2 – 6,2	Jaune
Bleu de bromophénol	Jaune	3,0 – 4,6	Blau
Bleu de thymol	Rouge	1,2 – 2,8	Jaune
	Jaune	8,0 – 9,6	Bleu

**TRAVAIL À EFFECTUER**

**1. Préparation de la solution titrante (20 minutes conseillées)**

1.1. On dispose d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration  $c = 6,25 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Pour le titrage, on souhaite préparer 50,0 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 2,5 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . À l'aide du matériel à disposition, proposer un protocole expérimental pour mettre en œuvre cette dilution, en précisant la verrerie utilisée.

$$n = n_B$$

$$CV = C_B V_B$$

$$V = \frac{C_B V_B}{C}$$

$$V = \frac{2,5 \times 10^{-1} \times 50,0}{6,25 \times 10^{-1}}$$

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

À l'aide de la pipette jaugée, prélever précisément 20,0 mL de la solution mère.

Introduire ce volume de la solution mère dans une fiole jaugée de 50,0 mL.

Ajouter de l'eau distillée dans la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge.

Homogénéiser la solution.

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté</b>	

1.2. Mettre en œuvre le protocole expérimental proposé pour la dilution de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

A faire expérimentalement.

**2. Titration de l'acide lactique contenu dans le produit laitier** (30 minutes conseillées)

2.1. Choix de l'indicateur coloré

Le programme Python « titrage\_soude\_produit\_laitier\_eleve.py » ouvert sur l'ordinateur permet de simuler la courbe du titrage acido-basique avec suivi pH-métrique de l'acide lactique présent dans un produit laitier par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

Pour la simulation, on prendra le cas d'un volume  $V_A = 20,0$  mL d'un produit laitier titré par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 2,5 \times 10^{-1}$  mol·L<sup>-1</sup>.

Compléter les lignes 7 et 9 du programme Python proposé.

Ligne 7 :  $CB=0.25$

Ligne 9 :  $VA=20$

Compléter les lignes 36, 38, 40, puis exécuter le programme Python.

##indiquer le titre de la courbe

Ligne 36 : `plt.title("Titration de l'acide lactique contenu dans le produit laitier ")`

##indiquer la grandeur portée sur l'axe des abscisses

Ligne 38 : `plt.xlabel("Volume d'hydroxyde de sodium versé")`

##indiquer la grandeur portée sur l'axe des ordonnées

Ligne 40: `plt.ylabel("pH")`

À l'aide de la courbe affichée par le programme, indiquer le (ou les) indicateur(s) coloré(s) adapté(s) à ce titrage acido-basique. Justifier.

A l'aide de la méthode des tangentes parallèles, on trouve  $pH_{eq}=8,5$

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Rouge de crésol	Jaune	7,4 – 9,0	Violet
Bleu de bromothymol	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Rouge de méthyle	Rouge	4,2 – 6,2	Jaune
Bleu de bromophénol	Jaune	3,0 – 4,6	Blau
Bleu de thymol	Rouge	1,2 – 2,8	Jaune
	Jaune	8,0 – 9,6	Bleu

Les deux indicateurs colorés adaptés à ce titrage acido-basique sont le rouge de crésol et le bleu de thymol.

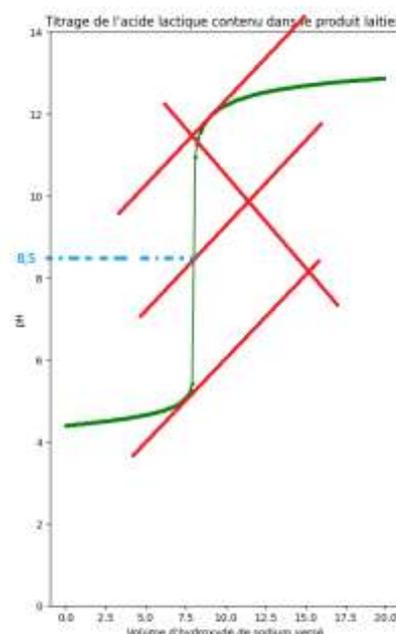
Choisir parmi le matériel disponible sur la paillasse, l'indicateur coloré retenu pour le titrage.

A faire expérimentalement.

Prévoir le changement de couleur de la solution titrée.

Si le rouge de crésol est sur la paillasse le changement de couleur observé sera du jaune (teinte acide) au violet (teinte basique).

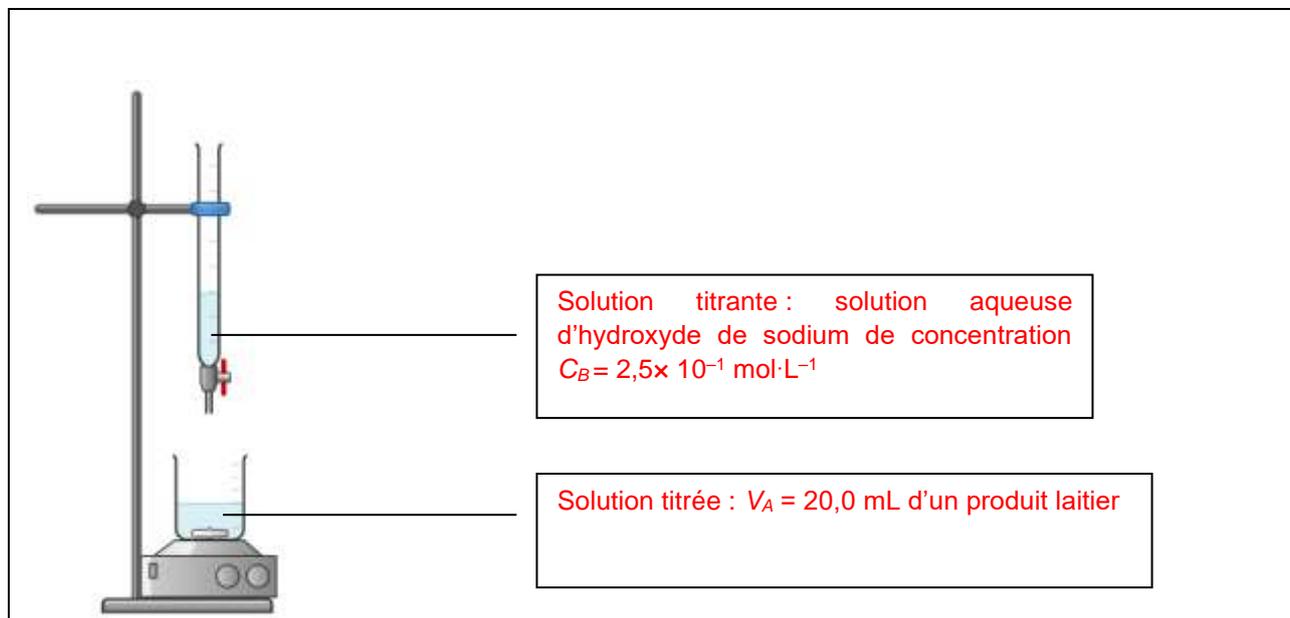
Si le bleu de thymol est sur la paillasse le changement de couleur observé sera du jaune (teinte acide) au bleu (teinte basique).



APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le choix retenu en cas de difficulté</b>	

## 2.2. Schéma du dispositif expérimental

Légènder le schéma du dispositif expérimental du titrage par changement de couleur, en indiquant le contenu de la burette graduée et du bécher.



APPEL n°3		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le schéma expérimental ou en cas de difficulté</b>	

## 2.3. Mise en œuvre du titrage

Mettre en œuvre le titrage de  $V_A = 20,0 \text{ mL}$  de produit laitier par la solution d'hydroxyde de sodium préalablement diluée, de concentration  $C_B = 2,5 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Ajouter 50 mL d'eau distillée à la solution titrée.

Précautions à prendre :

- ▶ Ajouter une quantité d'indicateur coloré suffisante de manière à repérer facilement le changement de couleur.
- ▶ Rincer directement la verrerie ayant servi à prélever le produit laitier, de manière à ce que celui-ci ne sèche pas à l'intérieur.

**A faire expérimentalement.**

Relever le volume équivalent expérimental :  $V_E = \dots$  Valeur expérimentale (on prendra 8,7 mL pour l'exemple). ;

3. Degré Dornic du produit laitier (10 minutes conseillées)

3.1. Évaluer le degré Dornic du produit laitier analysé.

$$^{\circ}\text{D} = \frac{C_B \cdot V_E \cdot M \cdot 10}{V_A}$$

$$^{\circ}\text{D} = \frac{2,5 \times 10^{-1} \times 8,7 \times 90,0 \times 10}{20,0}$$

$$^{\circ}\text{D} = 98$$

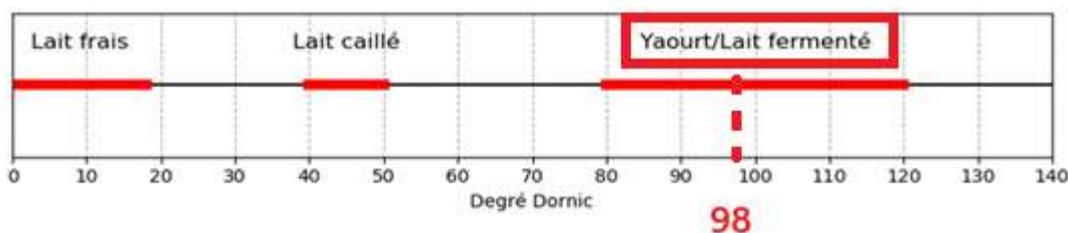
3.2. Indiquer deux sources d'erreur expérimentales importantes sur la détermination du degré Dornic de ce produit laitier.

Deux sources d'erreur expérimentales importantes sur la détermination du degré Dornic de ce produit laitier :

- La précision de la concentration de la solution titrante d'hydroxyde de sodium obtenue par dilution.
- La précision sur la détermination du volume de solution titrante  $V_E$  versé à l'équivalence en mL

3.3. Conclure sur la nature du produit laitier analysé. Argumenter la réponse.

Pour  $V_E = 8,7$  mL que j'ai pris arbitrairement, on trouve un degré Dornic de 98.



C'est du lait fermenté.

Remarque : il faut adapter votre réponse en fonction de  $V_E$  trouvé expérimentalement et donc du degré Dornic trouvé.

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.