

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

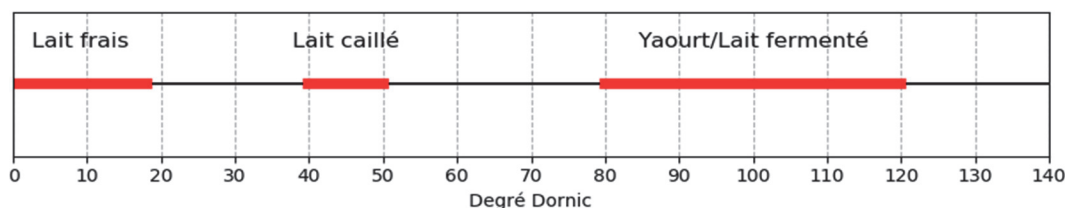
Le lait et ses produits dérivés, comme les yaourts et les laits fermentés, sont appréciés pour leurs bienfaits nutritionnels, notamment grâce à leur richesse en calcium et en probiotiques.

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 classifier 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.

Il s'agit d'une dilution. Calculons le facteur de dilution : $F = \frac{c}{C_B}$
 $F = 2,5$ or $F = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} \Rightarrow V_{\text{mère}} = \frac{V_{\text{fille}}}{F} = \frac{50,0 \cdot 10^{-3}}{2,5} = 20 \text{ mL}$

1) Prelever un volume $V_{\text{mère}} = 20 \text{ mL}$ de la solution à l'aide d'une pipette jaugée de 20 mL.

2) Introduire ce volume dans une fiole jaugée de 50,0 mL.

3) Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait et homogénéiser la solution.

4) Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et homogénéiser la solution.

APPEL n°1



Appeler le professeur pour lui présenter le protocole
ou en cas de difficulté



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

N'oubliez pas de rincer la pipette jaugée de 20 mL à l'aide de la solution mère.

2. Titrage 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 $V_A = 20,0 \text{ mL}$ d'un produit laitier titré par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 2,5 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Compléter les lignes 7 et 9 du programme Python proposé.

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

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.

On note la valeur du pH_E à l'aide du programme Python $pH_E = 8,5$
Le pH_E doit appartenir à la zone de virage de l'indicateur coloré. $7,4 < 8,5 < 9,0$ et $8,0 < 8,5 < 9,6$ Le rouge de crésol et le bleu de thymol sont adaptés

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

Vous choisissez parmi les 2 indicateurs identifiés.

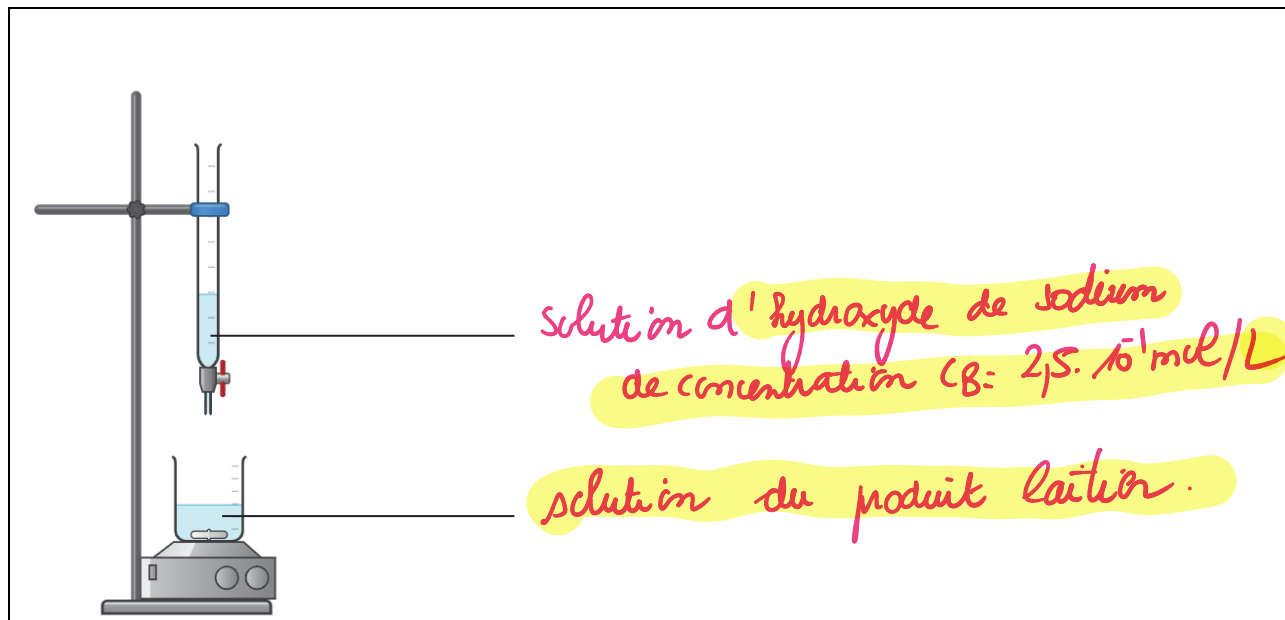
Prévoir le changement de couleur de la solution titrée.

Si l'indicateur coloré est le rouge de crésol : passage teinte jaune à violet
Si l'indicateur coloré est le bleu de thymol, passage teinte jaune à bleu

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le choix retenu ou en cas de difficulté	

2.2. Schéma du dispositif expérimental

Légender 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		
	Appeler le professeur pour lui présenter le schéma expérimental ou en cas de difficulté	

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.

Relever le volume équivalent expérimental : $V_E = \dots\dots\dots \text{ mL}$

noter la valeur de V_E pour
lequel on observe un changement
de teinte.

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

3.1. Évaluer le degré Dornic du produit laitier analysé.

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

$$^{\circ}D = \frac{25.10^{-1} \times 90 \times 10}{20,0} = 112,5$$

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

→ Repérage de l'équivalence : lecture de V_E .
 $u(V_E)$

→ erreur sur le prélèvement de V_A à l'aide de la pipette jaugée. $u(V_A)$

→ erreur lors de la préparation de la solution titrante $u(C_B)$

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

Comparer la valeur du $^{\circ}D$ aux valeurs des produits laitiers et conclure selon la valeur si le produit est frais...

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