

# Lait

## Question simple

Extraction liquide-liquide : principe, matériel, précautions

## Question ouverte

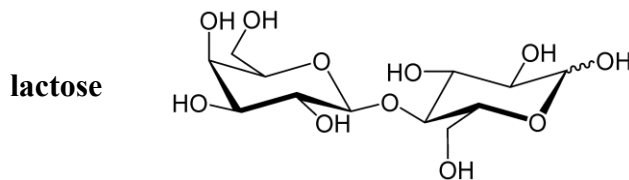
Le lait est un mélange nutritif composé d'environ 87 % d'eau. Le principal glucide est le lactose, présent à 4–5 %. Les matières grasses représentent 3,5–4 %, sous forme de globules lipidiques en émulsion. Les protéines (caséines et protéines sériques) comptent pour 3–3,5 %, et les minéraux environ 0,7 %, notamment le calcium et le phosphore. Cette composition fait du lait un aliment complet où le lactose occupe une place centrale.



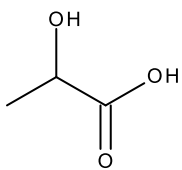
1. Proposer une voie de synthèse dans le lait qui permet de passer du lactose à l'acide lactique.
2. Présenter une méthode permettant d'extraire l'acide lactique du lait et d'en évaluer le coefficient de partage.
3. Proposer une voie de synthèse permettant d'obtenir le 4-hydroxybenzoate de propyle à partir de 4-hydroxybenzaldehyde et de l'acide lactique.

## Document 1 : Le Lactose

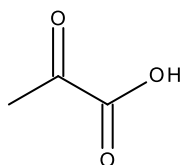
Le lactose est un diholoside (ou disaccharide), composé d'une molécule de  $\beta$ -D-galactose et d'une molécule de  $\alpha$ / $\beta$ -D-glucose reliées entre elles par une liaison osidique  $\beta(1\rightarrow4)$ . Le nom officiel du lactose est le  $\beta$ -D-galactopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)D-glucopyranose.



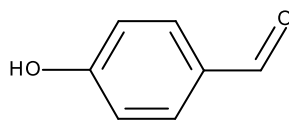
## Document 2 : Structure chimiques



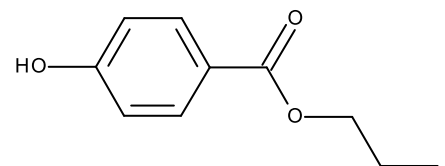
acide lactique



acide pyruvique



4-hydroxybenzaldehyde

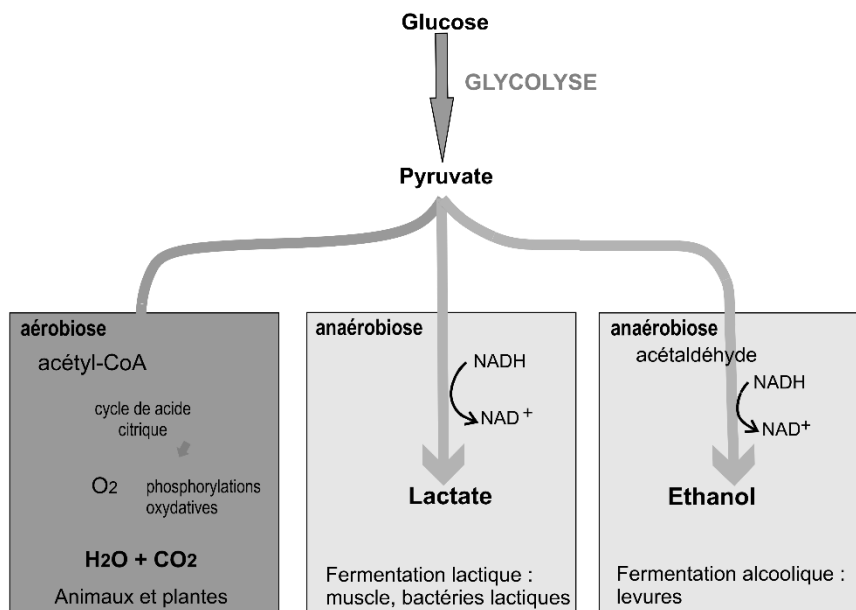


4-hydroxybenzoate de propyle

## Document 3 : Données

$pK_a$ :	couple acide lactique / lactate : 3,9 à 25°C
Potentiels standards (à 25°C) :	couple $NAD^+/NADH$ : - 0,11 V
	couple pyruvate / lactate : 0,27 V
Masse molaire	acide lactique : 90 g/mol

## Document 4 : Métabolisme du glucose

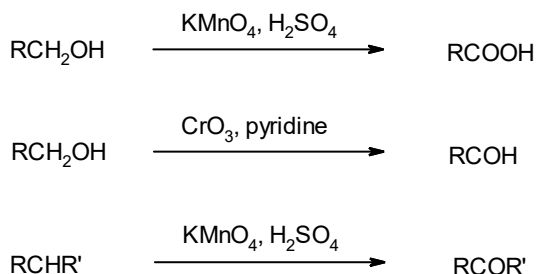


## Document 5 : Coefficient de partage

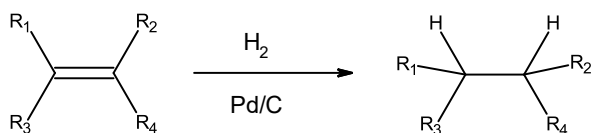
Le coefficient de partage (ou coefficient de distribution) décrit la manière dont un soluté se répartit entre deux phases non miscibles (souvent eau / solvant organique). On le définit par :  $K = \frac{C_{\text{phase organique}}}{C_{\text{phase aqueuse}}}$

## Document 6 : Banque de réactions

Chaîne d'oxydation des alcools :



Hydrogénation catalytique des dérivés éthyléniques



## Document 7 : Degré Dornic

Le degré Dornic est une unité de mesure d'acidité du lait du nom de M. Pierre Dornic, ancien directeur de l'école nationale d'industrie laitière de Mamirolle : 1°D correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.

Selon les espèces, les valeurs d'acidité Dornic sont les suivantes :

- lait de vache : 14 à 16 °D ;
- lait de chèvre : 12 à 16 °D ;
- lait de brebis : 18 à 22 °D.

Un lait de vache est ainsi considéré comme frais si son degré Dornic est inférieur à 18 °D.

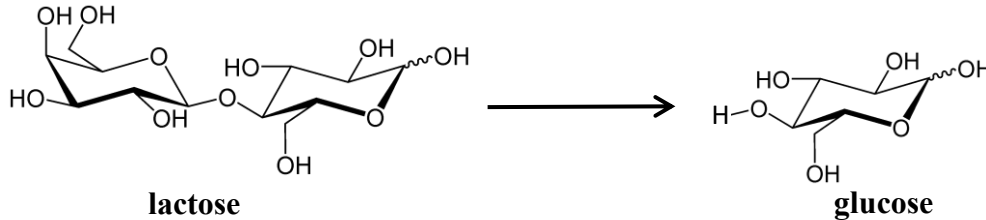
**Question simple**

Voir cours

**Question ouverte**

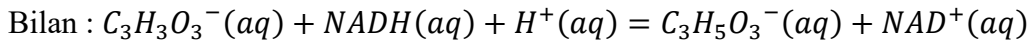
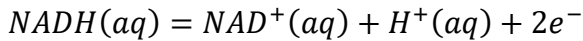
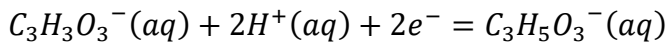
**1. Voie de synthèse possible permettant de passer du lactose à l'acide lactique**

a) Passage au glucose par hydrolyse acide ( $H_2O$ ,  $H^+$ ) de la fonction acétal (mécanisme = question possible) :



b) Passage du glucose au pyruvate (voir doc3)

c) Réduction du pyruvate en lactate par NADH (voir doc 3) :



$K'^0 = 10^{\frac{2}{0,06} \times (0,27+0,11)} = 4,6 \times 10^{12} \gg 1$  : transformation pouvant être considérée comme quasi-totale

d) Passage en milieu acide pour obtenir l'acide lactique

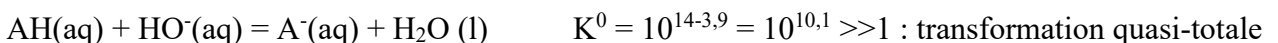
**2. Méthode possible permettant d'extraire l'acide lactique du lait et d'en évaluer le coefficient de partage**

Pour extraire l'acide lactique du lait, il faudrait procéder à pH suffisamment acide pour qu'il soit sous forme non ionique ( $pH < pK_a - 1 = 2,9$ ).

Il faudrait ensuite choisir un solvant non miscible à l'eau, mais qui reste polaire pour que l'acide lactique y soit miscible. On peut par exemple choisir un solvant comme l'éthanoate d'éthyle ou encore un alcool à assez longue chaîne comme le butanol.

Pour évaluer ensuite le coefficient de partage de l'acide lactique entre le solvant choisi et l'eau, une méthode possible serait de le doser avant et après extraction dans le lait.

L'acide lactique (AH) étant un acide faible, on peut le titrer par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (en faisant l'hypothèse que ce titrage est spécifique : question possible) :



L'équivalence peut être repérée par suivi pH-métrique ou par colorimétrie avec ajout d'un indicateur coloré.

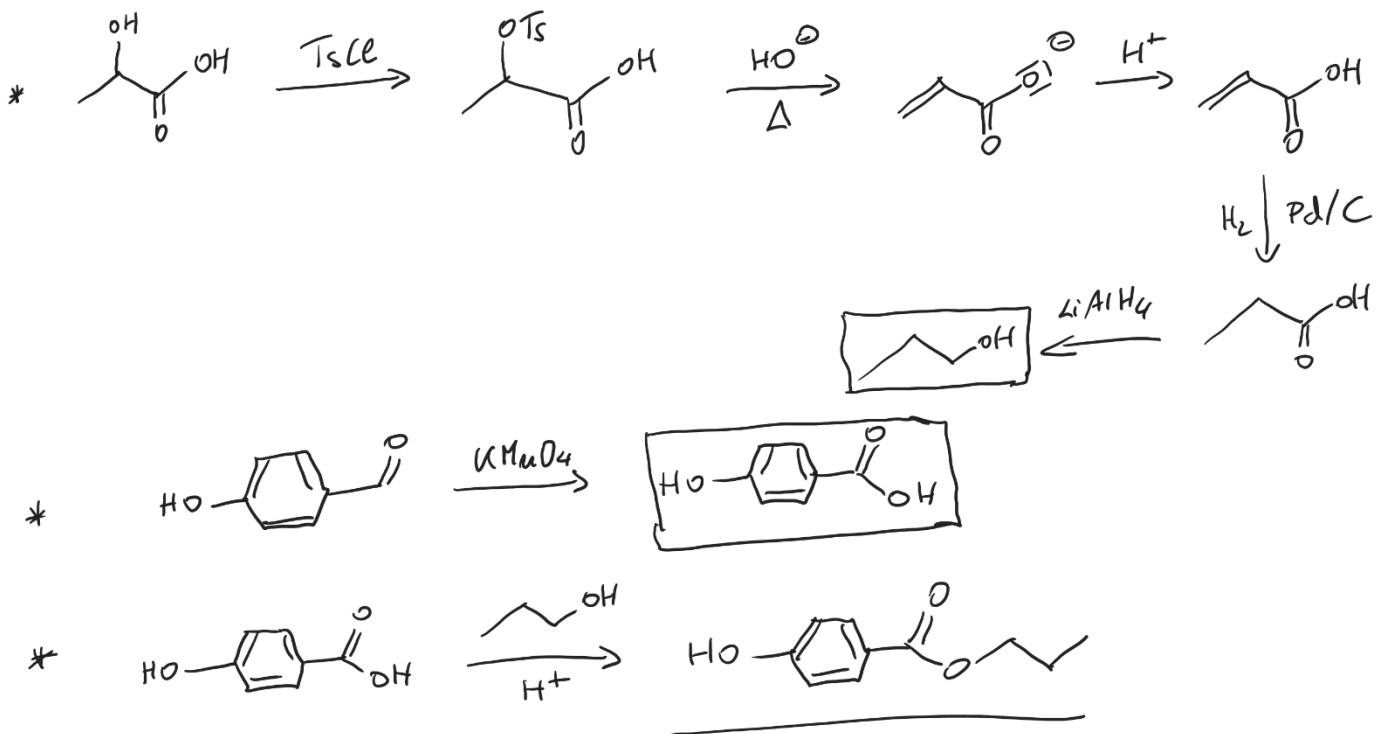
Autre question possible à partir du doc7 : proposer un protocole permettant de déterminer le degré Dornic d'un lait de vache.

Un lait de vache frais a un degré Dornic compris entre 16 et 18, ce qui signifie qu'il contient entre 1,6 g et 1,8 g d'acide lactique par litre de lait. La quantité de matière  $n_0$  d'acide lactique est donc comprise entre :  $1,8 \times 10^{-2} \text{ mol}$  et  $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ . Prenons la valeur médiane :  $n_0 = 1,9 \times 10^{-2} \text{ mol}$ .

En considérant une prise d'essai de lait :  $V_0 = 10 \text{ mL}$ . Dans ce volume, la quantité de matière en acide lactique est :  $n'_0 = 1,9 \times 10^{-4} \text{ mol}$ .

Si on désire avoir un volume équivalent du titrage par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de  $V_e = 10 \text{ mL}$ , on peut calculer la concentration en quantité de matière de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium qu'il faut préparer pour effectuer ce titrage :  $C_{\text{NaOH}} = \frac{1,9 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-3}} = 1,9 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

**3. Voie de synthèse possible permettant d'obtenir le 4-formylphényl 2-hydroxypropanoate à partir de 4-hydroxybenzaldehyde et du lactate**



Remarques (questions possibles) :

1) il n'y a pas d'indication dans l'énoncé mais  $\text{KMnO}_4$  peut réagir avec la fonction phénol (pour donner une quinone), donc il faudrait peut-être suggérer la protection au préalable

2) des questions ont été posées autour de la compétition SN/E

3) le mécanisme d'estérification et les précautions à prendre pour cette transformation ont été demandés