



Manipulation n°2 : Etude d'un lait

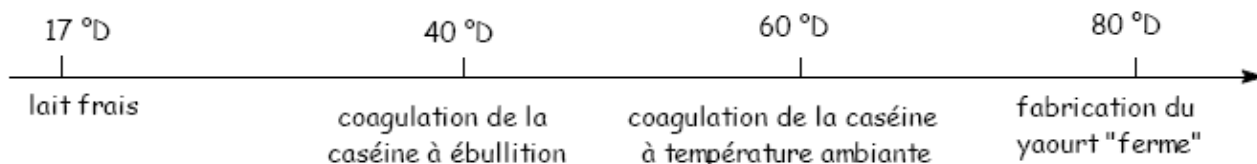
LE LAIT

Le lait est un liquide blanc mat, légèrement visqueux, dont la composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales et selon les races. Ses caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite.

Le lait de vache a une **densité moyenne** égale à **1,032**. C'est un mélange très complexe et très instable. Il contient une forte proportion d'eau, environ 87 % ; le reste constitue l'extrait sec qui représente 130 g.L^{-1} , dont 35 à 45 g de matières grasses. Les autres composants principaux sont des composés organiques (glucides, lipides, protides et vitamines) et des composés minéraux ioniques (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- ...). Le lait contient les différents groupes de nutriments. Les substances organiques (glucides, lipides et protides) sont en quantités sensiblement égales et sont susceptibles de libérer de l'énergie.

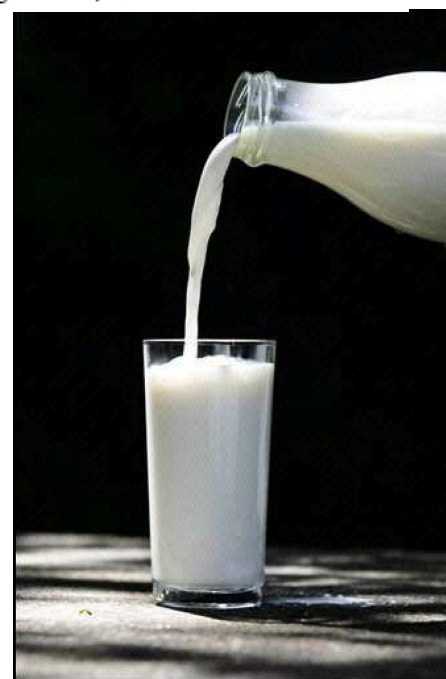
Sur le plan physique, c'est à la fois une solution (lactose, sels minéraux), une suspension (protides) et une émulsion (matières grasses).

Le pH du lait est légèrement acide (pH compris entre 6,4 et 6,8 pour le lait de vache). L'acidité du lait augmente avec le temps. En effet, le lactose est dégradé en **acide lactique** et la mesure de la teneur en acide lactique est un indicateur du degré de fraîcheur du lait. Si la teneur dépasse $5,0 \text{ g.L}^{-1}$, le lait caille. Pour un lait frais, cette teneur se situe autour de $1,7 \text{ g.L}^{-1}$. L'industrie laitière utilise le **degré Dornic** ($^{\circ}\text{D}$) : 1°D correspond à $0,1 \text{ g}$ d'acide lactique par litre de lait.








La **caséine** est la protéine la plus abondante du lait (environ 80 %, soit environ 30 g.L^{-1}). C'est un polypeptide complexe, résultat de la polycondensation de différents acides aminés, dont les principaux sont : la leucine, la proline, l'acide glutamique et la sérine. On utilise la caséine comme protéine alimentaire dans l'industrie des fromages fondus. Les caséinates (obtenus en milieu basique) servent d'émulsifiants dans des plats cuisinés, des sauces, des soupes déshydratées, des crèmes glacées ... mais aussi dans les colles et les peintures. La colle de caséine est utilisée dans la fabrication des bouchons de liège, des contre-plaqués, des charpentes lamellées-collées mais aussi dans les emballages alimentaires papier-aluminium.

La galalithe, mélange de caséine et de formol, aussi appelée pierre de lait, est dure et soyeuse et se travaille manuellement. Elle ne se moule pas, elle se présente en plaques de différentes épaisseurs, en bâtons, ou en tubes. Elle requiert un travail de polissage mécanique ou manuel pour arriver à un aspect brillant. De plus, il s'agit d'un polymère biodégradable qui fut beaucoup utilisée dans les années 1920/1930 pour réaliser des bijoux.



Données et sécurité :

(toutes les valeurs de températures de changement d'état sont données à $p = 1,013 \text{ bar}$).

Nom	Données physico-chimiques	Pictogramme de sécurité	Phrases R et S
Acide éthanóique	$M = 60,05 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_f = 16,6 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{eb} = 117,9 \text{ }^\circ\text{C}$ $d = 1,05$ soluble dans l'eau, l'éthanol, l'acétone et le benzène	 C - Corrosif	R 10-35 S 23-26-45
Acétone	$M = 58,1 \text{ g.mol}^{-1}$ $T_f = -94,8 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{eb} = 56,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $d = 0,79$ très soluble dans l'eau, l'éthanol et l'éther ; bon solvant des matières grasses	 F - Facilement inflammable  Xi - Irritant	R 11-36-66-67 S 9-16-26
Caséine (phosphoprotéine que l'on peut extraire du lait de vache)	se décompose à $280 \text{ }^\circ\text{C}$ insoluble dans l'eau, insoluble en solution aqueuse acide, soluble en solution aqueuse basique, insoluble dans l'acétone, l'éthanol et l'éther		R - S 24/25
Hydroxyde de calcium		 C - Corrosif	R 34 S 26-36/37/39-45
Carbonate de sodium		 Xi - Irritant	R 36 S 22-26
Acide lactique	$M = 90,1 \text{ g.mol}^{-1}$ soluble dans l'eau et l'éthanol		

I.- Extraction de la caséine du lait

E.1. : Introduire environ 50 mL de lait dans un bécher de 250 mL et le porter à environ $40 \text{ }^\circ\text{C}$ au bain-marie en agitant.

E.2. : Quand la température du lait est proche de $40 \text{ }^\circ\text{C}$, arrêter le chauffage et l'agitation et ajouter goutte à goutte, en agitant de façon modérée avec un agitateur en verre, environ 10 mL d'une solution d'acide éthanóique à 10 %. Vérifier au papier pH que le pH du milieu est voisin de 4,5 ; si ce n'est pas le cas, rajouter quelques gouttes de la solution d'acide éthanóique.

Q.3. : Qu'observe-t-on lors de l'addition de l'acide ?

E.4. : Filtrer sur le Büchner garni d'une gaze. Laver le gâteau à l'aide d'environ 10 mL d'eau distillée très froide et filtrer à nouveau.

Q.5. : Indiquer le rôle du lavage du gâteau à l'eau glacée.

E.6. : Transférer le gâteau dans le bécher initial, ajouter 5 mL d'acétone et agiter soigneusement.

Q.7. : Donner la formule topologique de l'acétone ou propanone. Entourer et nommer le groupe caractéristique. A quelle famille de composés appartient-elle ?

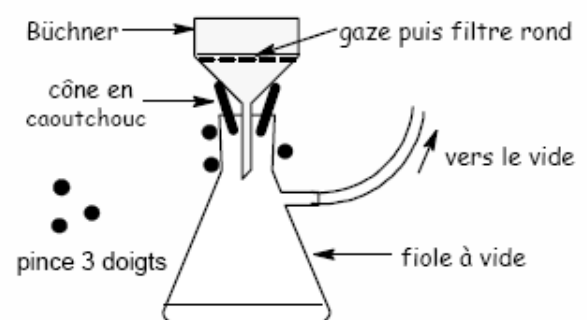
Q.8. : Indiquer le rôle du lavage du gâteau à l'acétone.

E.9. : Filtrer sur le Büchner garni d'un rond de papier filtre, essorer soigneusement puis laver le gâteau avec 5 mL d'acétone. Laisser sous vide au minimum 5 min

Q.10. : Pourquoi faut-il laisser sous vide pendant 5 min ?

E.11. : Peser le verre de montre **portant votre nom** :

$m_0 = \dots \text{ g}$. Transférer ensuite le gâteau dans ce verre de montre et peser à nouveau : $m_1 = \dots \text{ g}$.

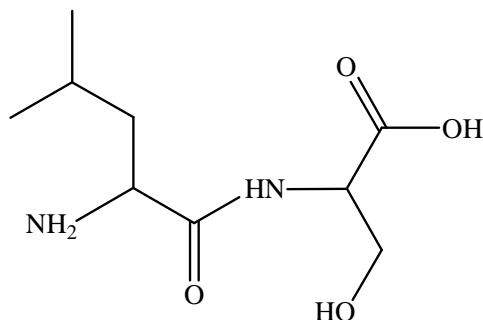


E.12. : Placer le verre de montre à l'étuve réglée à 40 °C et laisser sécher jusqu'à masse constante (30 min environ).

E.13. : Peser l'ensemble caséine sèche + verre de montre : $m_3 = \dots \dots$ g et en déduire la masse de caséine extraite des 50 mL de lait utilisé.

Q.14. : En déduire la masse de caséine présente dans 1 L du lait étudié. Commenter.

Q.15. : Le dipeptide représenté ci-dessous a été obtenu par réaction entre deux acides aminés : la leucine et la sérine. Entourer les groupes caractéristiques connus. La liaison peptidique est le groupe assurant la liaison entre les deux acides aminés. La noter sur le schéma.



Q.16. : En déduire les formules semi-développées de la leucine et de la sérine sachant que leurs formules brutes respectives sont : $C_6H_{13}NO_2$ et $C_3H_7NO_3$.

II.- Dosage spectrophotométrique d'une solution de caséine

1) Réalisation de la gamme d'étalonnage

On dispose d'une solution étalon (**Se**) de caséine à $6,00 \text{ g.L}^{-1}$.

E.17. : Réaliser 8 fioles étalons de 50,0 mL de la façon suivante : introduire le volume V_e de solution étalon (**Se**) puis 25,0 mL de **réactif de Gornall** et compléter à 50 mL avec de l'eau distillée.

E.18. : Placer les fioles à l'obscurité pendant 30 min.

E.19. : Effectuer les mesures d'absorbance à 540 nm en faisant le blanc sur la fiole F_0 et remplir le tableau ci-dessous :

Fiole	F₀	F₁	F₂	F₃	F₄	F₅	F₆	F₇
V_e (mL)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
Réactif (mL)	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Eau distillée (mL)	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.
C_{caséine} (mg.L⁻¹)	0,0							
Absorbance A								

Q.20. : Tracer la courbe d'étalonnage $A = f(C_{\text{caséine}})$.

Q.21. : On a tracé page suivante les spectres d'absorption de la fiole F_0 et de la fiole F_6 . Justifier la valeur de la longueur d'onde de travail.

Q.22. : Expliquer pourquoi il faut faire le blanc en utilisant la fiole F_0 .

Q.23. : Comparer la couleur du contenu de la fiole F_6 et la longueur d'onde de travail.

2) Dosage de la solution de caséine de la solution S

E.24. : Préparer une fiole F_S de 50,0 mL en introduisant 7,0 mL de solution inconnue de caséine (**S**), 25,0 mL de réactif de Gornall et compléter à 50 mL avec de l'eau déminéralisée.

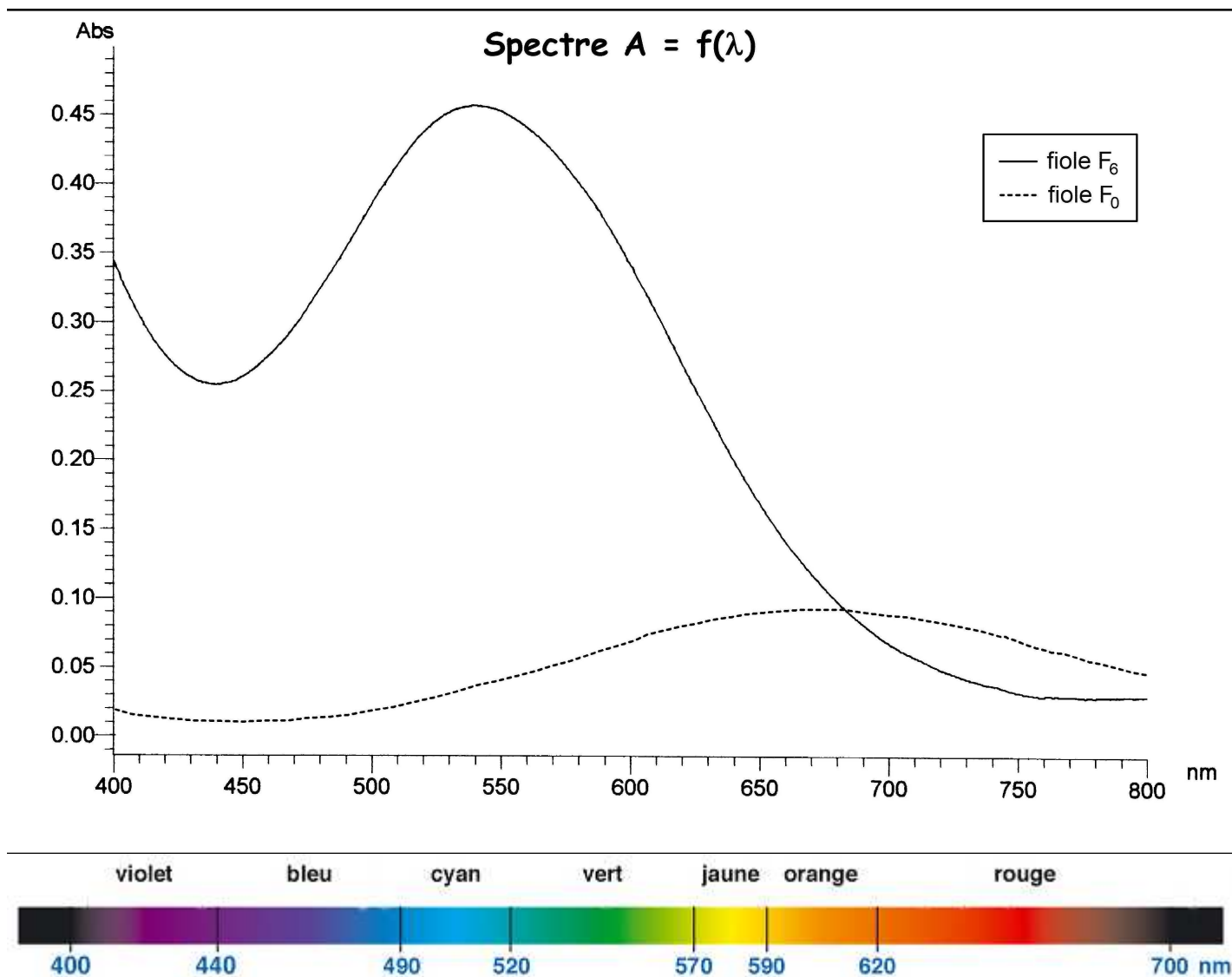
E.25. : Placer la fiole à l'obscurité pendant 30 min.

E.26. : Mesurer l'absorbance de la fiole F_S .

Q.27. : En déduire la concentration de la caséine dans la fiole F_S .

Q.28. : En déduire la concentration C_S de la caséine dans la solution (**S**).

Q.29. : Sachant que la solution S a été obtenue en dissolvant dans 250 mL de soude à 5% toute la caséine extraite de 50 mL de lait, en déduire la masse de caséine présente dans 1 L du lait étudié et commenter le résultat.



III.- Dosage de l'acide lactique contenu dans le lait

E.30. : Remplir la burette avec la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

E.31. : Préparer deux prises d'essais : dans deux erlenmeyers de 250 mL, introduire 20,0 mL de lait, environ 150 mL d'eau distillée et 20 gouttes de phénolphtaléine.

E.32. : Introduire un barreau aimanté dans l'erlenmeyer 1, mettre l'agitateur magnétique en marche et verser la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au virage de l'indicateur : il est atteint **lorsque le mélange vire au rose clair persistant** (virage facilement perceptible par comparaison avec l'autre erlenmeyer). Soit V_{E1} le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé : $V_{E1} = \dots \text{ mL}$.

E.33. : Réaliser un second titrage concordant en gardant le premier erlenmeyer comme témoin. Soit V_{E2} le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé : $V_{E2} = \dots \text{ mL}$.

Données à 25 °C : pK_a (acide lactique / ion lactate) = 3,9
 $pK_e = 14$

Q.34. : L'acide lactique est un acide faible dont le nom, dans la nomenclature systématique, est acide 2-hydroxypropanoïque. Écrire la formule semi-développée de cet acide.

Q.35. : La solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour le dosage a été préparée par dilution d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$. Quel matériel de la liste ci-dessous faut-il utiliser pour préparer 100 mL de la solution diluée ?

- éprouvettes graduées de 10, 25 et 50 mL
- pipettes graduées de 10, 20, 25 et 50 mL
- pipettes jaugées de 5, 10, 20, 25 et 50 mL
- fioles jaugées de 50, 100, 250 et 500 mL

Expliquer le mode opératoire de cette dilution.

Q.36. : Écrire l'équation de la réaction de titrage et déterminer sa constante d'équilibre.

Q.37. : Définir l'équivalence puis calculer la concentration molaire C de l'acide lactique dans le lait.

Q.38. : Conclure quant à la fraîcheur du lait étudié.

Q.39. : Dans l'industrie laitière, l'acidité d'un lait est exprimée en degré Dornic noté °D. Calculer le titre du lait étudié en degré Dornic.

Q.40. : Dans l'industrie laitière, le dosage est réalisé avec une prise d'essai de 10 mL de lait et la soude utilisée a une concentration molaire égale à $1/9 \text{ mol.L}^{-1}$. Exprimer littéralement puis numériquement en degré Dornic (°D) la concentration du lait dosé en fonction de V_E , en précisant les unités. Quel intérêt présente ces conditions de titrage?

IV.- Préparation de la colle de caséine

E.41. : Dans le pot en verre portant votre nom, à l'aide d'un agitateur en verre, mélanger soigneusement environ 1,5 g de caséine réduite en poudre fine (utiliser la caséine du I.-), 0,4 g d'hydroxyde de calcium et 0,2 g de carbonate de sodium. Ajouter goutte à goutte 2 mL d'eau distillée et agiter jusqu'à obtention d'une pâte homogène.

Q.42. : Noter l'aspect de la colle obtenue.

E.43. : Coller les deux morceaux de carton portant votre nom en laissant apparent celui-ci.

Objets en galalithe



- Nuancier de boutons en galalithe -

