

Grossesse et lactation – Exercices – Devoirs

Exercice 1

Le lait maternel

Le lait maternel est un produit biologique complexe sécrété par les glandes mammaires lors de l'allaitement.

Ses teneurs en glucides, protides, lipides et sels minéraux sont données dans le tableau suivant.

Teneurs indicatives en protides, lipides, glucides et sels minéraux du lait de femme	Pour 100 mL
Protides (g)	1
- Caséine (%)	40
- Protéines solubles (lysozyme, lactoferrines, ...), acides aminés libres (%)	60
Lipides (g)	3,5
- Acide linoléique (mg)	350
- Acide α -linoléique (mg)	37
- Cholestérol (mmol)	0,3
Glucides (g)	7,5
- Lactose (%)	85
- Oligosaccharides (%)	15
Sels minéraux (mg)	210
- Sodium (mg)	16
- Calcium (mg)	33
- Fer (mg)	0,05

Source : solidarités-santé.gouv.fr

La composition du lait maternel varie avec l'âge de l'enfant mais également au cours de la tétée. Il assure les besoins nutritionnels de l'enfant. D'autre part, le lait maternel contient également des éléments non nutritionnels jouant des rôles importants, par exemple dans les défenses immunitaires de l'enfant allaité.

1. Etude de quelques constituants du lait maternel

1.1. Les protéines du lait maternel

La teneur en protéines du lait de femme est comprise entre 8 et 12 g.L⁻¹.

Une des protéines du lait maternel est le lysozyme dont la structure 3D, ou tertiaire, est visible sur le **document 1**.

1.1.1. Définir la structure primaire d'une protéine.

1.1.2. Ecrire la séquence d'un tripeptide (formule chimique attendue). Préciser le nom de la liaison reliant deux acides aminés

1.1.3. Préciser si cette protéine est monomérique ou oligomérique. Justifier la réponse, et reporter sur la copie la légende du **document 1**.

Les propriétés de solubilité des protéines du lait sont étudiées dans le **document 2**.

1.1.4. Analyser les expériences du **document 2**. Conclure sur l'effet des paramètres physico-chimiques étudiés.

1.2. Le cholestérol.

Le lait de femme est riche en cholestérol (2,6 à 3,9 mmol.L⁻¹). On se propose d'étudier sa synthèse chez la mère. Le **document 3** représente une version simplifiée des voies aboutissant à la synthèse du cholestérol.

1.2.1. Citer les principaux organes impliqués dans la synthèse du cholestérol. Localiser cette voie dans la cellule.

1.2.2. Nommer les voies A et B du **document 3** permettant de former les acétylCoA nécessaires à la synthèse du cholestérol.

1.2.3. Nommer les autres voies métaboliques utilisant l'AcétylCoA. Préciser leurs intérêts physiologiques.

1.2.4. Nommer l'enzyme E1 et expliquer le mécanisme de rétrocontrôle indiqués sur le **document 3**. Préciser l'intérêt d'un tel rétrocontrôle.

Chez le nouveau-né, le cholestérol est une molécule importante qui intervient dans le développement cérébral. Il est en outre précurseur de nombreuses molécules dans l'organisme.

Le **document 4** donne la formule du cholestérol non estérifié.

1.2.5. A l'aide du **document 4**, justifier le caractère amphiphile du cholestérol non estérifié.

1.2.6. En déduire la conséquence structurale au niveau des membranes cellulaires : répondre sous forme de schéma légendé et orienté d'une membrane cellulaire.

1.2.7. Justifier l'affirmation soulignée en donnant au moins deux exemples.

1.3. Le lait maternel, source de calcium

Bien que la teneur en sels minéraux soit relativement faible comparée au lait de vache, leur biodisponibilité est meilleure. Le calcium est l'élément minéral le plus représenté. Le calcium est absorbé essentiellement au niveau du duodénum.

- 1.3.1. Réaliser un schéma légendé du mécanisme d'absorption intestinale du calcium. Préciser la voie d'absorption empruntée.

Le calcium intervient dans de nombreux phénomènes physiologiques dont l'hémostase, la transmission synaptique et la contraction musculaire.

- 1.3.2. Préciser le rôle du calcium dans chacun de ces trois phénomènes.

2. Lait maternel et défenses immunitaires (5 points)

Le système immunitaire du nouveau-né est immature. Le lait maternel va permettre d'atténuer cette immaturité. Il contient par exemple des immunoglobulines notamment Ig A, des cellules immunitaires, ...

Le **document 5** présente un schéma d'une immunoglobuline A, immunoglobuline à structure dimérique.

- 2.1. Reporter sur la copie les légendes correspondant aux numéros 1 à 6 du **document 5**.
- 2.2. Préciser la nature biochimique des immunoglobulines et nommer les cellules sécrétrices.
- 2.3. Expliquer l'intérêt physiologique de la structure dimérique des IgA.
- 2.4. Citer deux autres immunoglobulines impliquées dans la réponse immunitaire et préciser leur(s) rôle(s).

3. La lactation

La lactation se définit comme étant la sécrétion et l'écoulement de lait par les glandes mammaires, de nature exocrine.

Le **document 6** propose une représentation schématique de la structure et de l'ultrastructure des glandes mammaires. La production de lait est assurée par les cellules acineuses. L'éjection de lait fait suite aux contractions des cellules myoépithéliales des acini mammaires.

- 3.1. Définir une glande exocrine et relever dans le **document 6** les éléments histologiques confirmant le caractère exocrine des glandes mammaires.
- 3.2. Reporter sur la copie les légendes de la cellule sécrétrice de la glande mammaire du **document 6c**.

Les cellules acineuses assurent notamment la synthèse des protéines du lait. L'information génétique codant pour la synthèse des protéines est localisée dans le noyau, sous forme d'ADN.

- 3.3. Réaliser un schéma simplifié localisant dans une cellule acineuse les différentes étapes permettant la synthèse d'une protéine à partir de l'ADN. Nommer et définir les principales étapes de cette synthèse.

Afin de comprendre les mécanismes de régulation d'une part de la production de lait et d'autre part de l'éjection du lait, des expériences et des observations sont données dans le **document 7**.

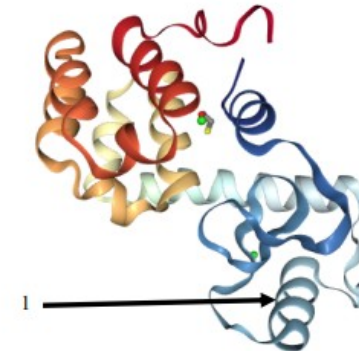
- 3.4. Analyser et interpréter chacune de ces données.

- 3.5. La prolactine et l'ocytocine sont des hormones. Donner la définition d'une hormone et préciser pour chacune de ces hormones, les cellules cibles.

- 3.6. Construire un schéma de synthèse mettant en évidence la régulation de la lactation par l'hypophyse.

Document 1 : Structure 3D du lysozyme

Source : <http://www.rcsb.org/3d-view/253L>



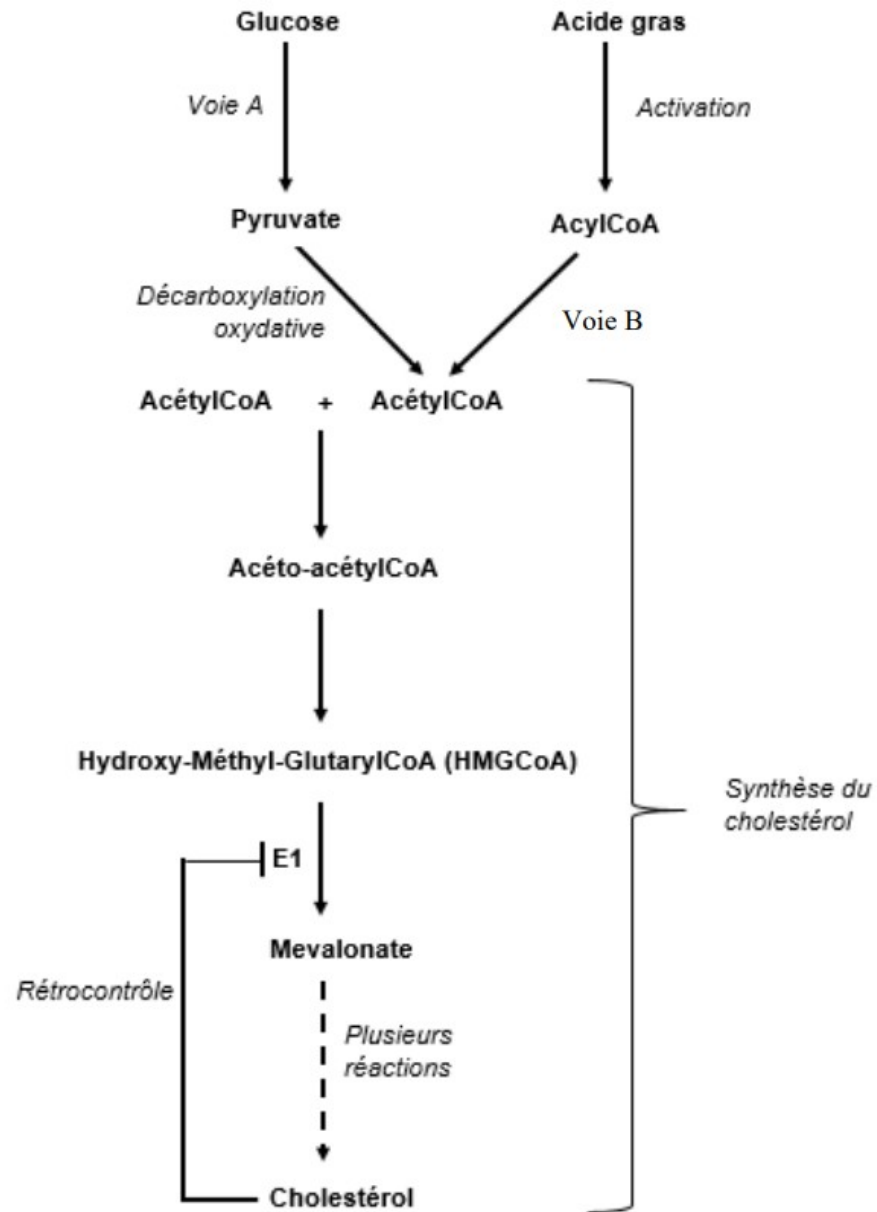
Document 2 : Influence de paramètres physico-chimiques sur les protéines du lait.

Expérience 1	Du lait entier porté à ébullition et refroidi lentement à température ambiante forme en surface une fine pellicule appelée "peau du lait".
Expérience 2	L'addition d'acide acétique par petites fractions dans du lait tiède entraîne la formation d'un précipité blanc.
Expérience 3	Une réaction du Biuret réalisée d'une part sur « la peau de lait » de l'expérience 1 et d'autre part sur le précipité blanc de l'expérience 2 donne un résultat positif.

Données :

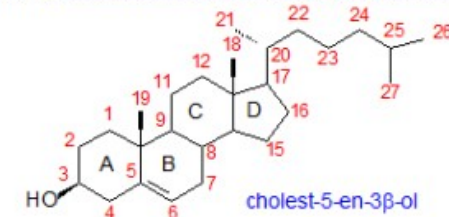
- Le pHi des caséines est de 4,6
- La réaction du Biuret permet de caractériser les protides.

Document 3



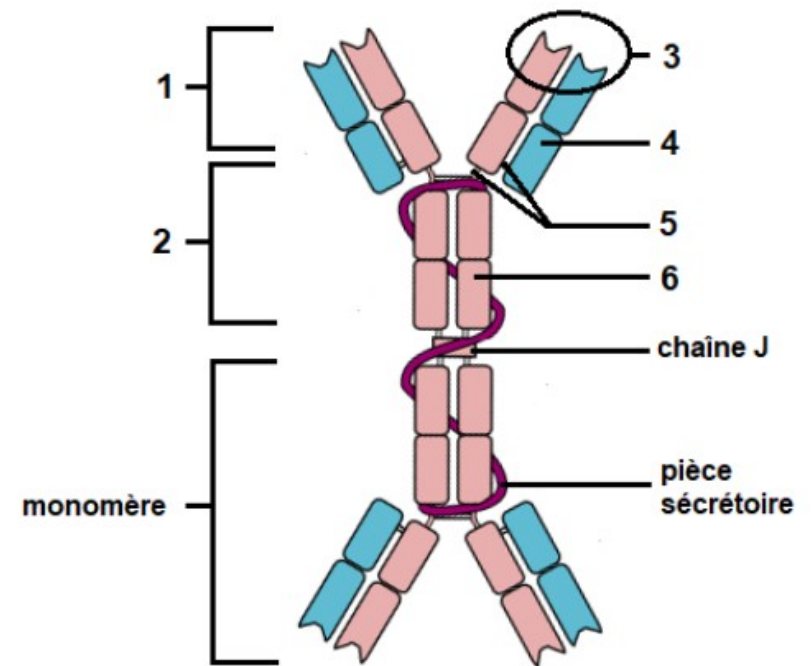
Document 4 : structure du cholestérol non estérifié

Source : <https://www.lipidhome.co.uk/lipids/simple/cholest/index.htm>



Document 5 : représentation schématique d'une immunoglobuline A

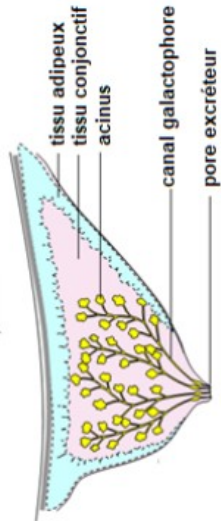
Source : <https://www.anticorps-enligne.fr/>



Document 6 : structure et ultrastructure des glandes mammaires

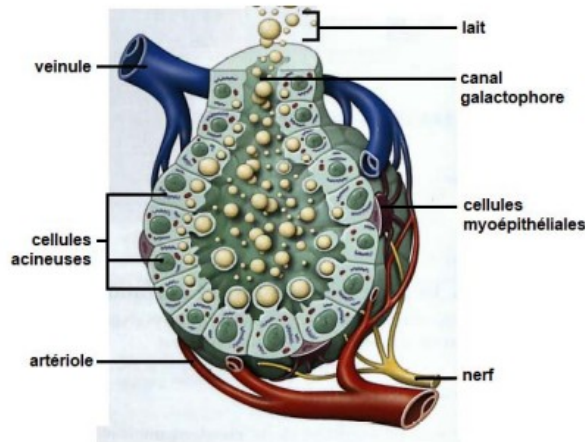
Document 6 a : Schéma d'une coupe sagittale d'une glande mammaire

Source : svt.ac-dijon.fr



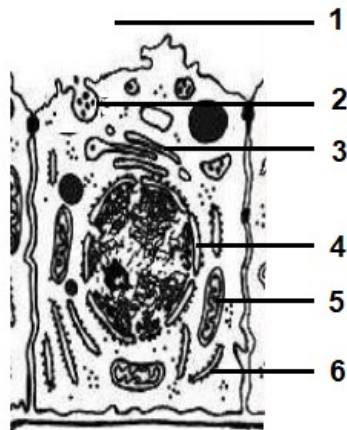
Document 6 b : Coupe schématique d'un acinus de glande mammaire

Source : Précis d'anatomie clinique, Kamina, Maloine



Document 6c : Schéma d'une cellule acineuse de glande mammaire

Source : <http://univ.ency-education.com/>



Document 7 : expériences et observation permettant de mettre en évidence les mécanismes de régulation de la lactation

Des expériences ont été réalisées sur des chèvres allaitantes, animaux possédant le même mécanisme de régulation de la sécrétion de lait que chez la femme :

Expérience 1	Une hypophysectomie (ablation de l'hypophyse) sur une chèvre allaitante provoque un arrêt de la production de lait.
Expérience 2	Des cellules de l'antéhypophyse sont cultivées <i>in vitro</i> . Un peptide, la prolactine, est purifiée à partir du surnageant de culture. L'injection de prolactine chez une chèvre allaitante hypophysectomisée rétablit la lactation.

Chez la femme allaitante, on a pu faire l'observation suivante :

Observation	La succion du mamelon provoque un influx nerveux qui induit la libération par la post-hypophyse dans la circulation sanguine d'un nonapeptide, l'ocytocine. L'ocytocine provoque alors la contraction des cellules myoépithéliales des acini mammaires et par conséquent l'éjection de lait.
--------------------	--