

# Galalithe

- Mis a jour le 11/05/2026

Mis a jour le 11/05/2026

**Mis à jour le 11/05/2026**
**Objectifs :**

Notre projet vise à fabriquer et caractériser un bioplastique biosourcé, la galalithe, obtenu à partir de la caséine contenue dans le lait de brebis. Nous cherchons à comprendre comment la structure de ce matériau influence ses propriétés physiques et mécaniques, puis à améliorer sa résistance et sa stabilité face à l'humidité grâce à des mécanismes de réticulation entre chaînes protéiques. Ce travail nous permet d'étudier concrètement l'organisation des polymères et la formation de ponts méthylène entre protéines lors du traitement par des aldéhydes.

Au-delà de l'étude fondamentale, nous voulons inscrire ce projet dans une démarche de chimie verte et de valorisation des déchets alimentaires. Notre objectif est de développer une méthode simple, sûre et reproductible permettant de transformer des produits laitiers gaspillés ou périmés en matériaux biodégradables à valeur ajoutée. La galalithe représente ainsi un excellent support expérimental pour relier sciences des matériaux, durabilité et innovation pédagogique dans un cadre accessible à des étudiant·e·s de Licence et Master.

**F-A1 -Extraction acide de la caséine (25 g)**

 Lot: / | Opérateurs: <sup>Ryan Driouche</sup> / <sup>Amira Tachas</sup> / <sup>Elisa Toth</sup> / <sup>Rim Berraoufy</sup> | Date: 10/25-01/26 | Révision: /

**-Objectif**

Obtenir ~25 g de caséine sèche à partir de 1,0 L de lait de brebis par précipitation acide (pH 4,6). Constituer un lot témoin standardisé pour comparaison ultérieure.

**-Matériel**

Béchers 2-3 L; plaque chauffante + agitation; thermomètre; pH-mètre/papiers pH; entonnoir Büchner + fiole; pompe à vide; étuve (40 °C); balance; mortier/pilon; tamis (optionnel).

**-Réactifs (par lot)**

Lait de brebis écrémé: 1,0 L  
 Acide acétique 10 %: ~200 mL (ajout progressif jusqu'à pH 4,6)  
 Eau déminéralisée (lavages): 2-3 L

**-Procédure (résumé)**

- 1) Chauffer le lait à 40-44 °C sous agitation douce.
- 2) Ajouter lentement l'acide acétique 10 % jusqu'à pH 4,6 (contrôler pH).
- 3) Laisser coaguler 10 min; filtrer sous vide; laver le caillé 2-3× à l'eau déminéralisée.
- 4) Presser pour égoutter; sécher à 40 °C (12-24 h) jusqu'à masse constante; pulvériser au mortier.
- 5) Stocker la poudre sèche à l'abri de l'humidité (dessiccateur si disponible).

**-À consigner**

Température, volumes, pH final, masse sèche obtenue (rendement g/L), photo du caillé et de la poudre.

**-Sécurité**

EPI obligatoires (gants, lunettes, blouse). Gestion des effluents acides/basiques en bidons déchets.

**Contrôles:**  pH vérifié  Température notée  Pesées signées  Déchets collectés  Photos prises

**Témoin caséine commerciale :** réaliser en parallèle les mêmes conditions avec de la *caséine acide commerciale (acid casein, precipitated)* afin de disposer d'un témoin stable. Utiliser les mêmes masses/volumes et reporter les résultats en parallèle au lot extrait.

**Lait utilisé :**

- Lait de vache entier (Intermarché)
- Lait de chèvre demi écrémé (Lactel)



## F-A3 -Film caséine (100–150 $\mu\text{m}$ )

Lot: / | Opérateurs: Rym Driouche  
Amel Clenouf | Date: 02-04/2026 | Révision: /

### -Objectif

Préparer des films minces (100–150  $\mu\text{m}$ ) pour spectroscopies et essais d'absorption d'eau.

### -Matériel

Plaque Téflon/verre; racle (doctor blade) avec cales 100–150  $\mu\text{m}$ ; étuve (40  $^{\circ}\text{C}$ ); balance; bécher 250 mL; agitation magnétique; spatule; micromètre (contrôle d'épaisseur).

### -Réactifs (par film)

Caséine sèche: 3,0 g

Eau déionisée: 60 mL

NaOH 0,5 M (ajustement pH 7,5–8,0) -quelques gouttes

Option série 'flex': Glycérol 0,10–0,15 g (2–5 % m/m caséine)

### -Procédure (résumé)

- 1) Disperser la caséine dans l'eau; ajuster pH à 7,5–8,0 (NaOH goutte à goutte).
- 2) Dégazer 10 min; couler sur plaque avec cales; racler uniformément.
- 3) Séchage 40  $^{\circ}\text{C}$ , 12–18 h; démouler; conditionner 24 h à sec; mesurer l'épaisseur.

### -À consigner

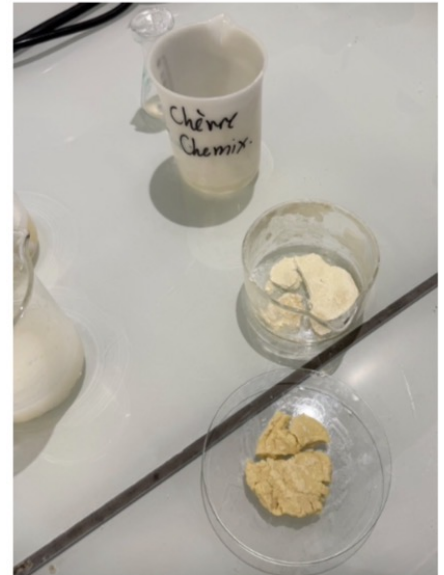
pH, masse/volumes, épaisseur moyenne ( $\mu\text{m}$ ), observations (homogénéité, fissures).

### -Sécurité

Manipuler NaOH avec précaution; rincer immédiatement en cas de contact.

**Contrôles:**  pH vérifié  Température notée  Pesées signées  Déchets collectés  Photos prises

**Témoin caséine commerciale :** réaliser en parallèle les mêmes conditions avec de la *caséine acide commerciale (acid casein, precipitated)* afin de disposer d'un témoin stable. Utiliser les mêmes masses/volumes et reporter les résultats en parallèle au lot extrait.



## PROCOLE DÉTAILLÉ — FILM DE CASÉINE (100–150 µm)

### DONNÉES À CONSIGNER :

pH final  
Masses exactes  
Volume d'eau  
Température de séchage  
Durée de séchage  
Épaisseur moyenne  
Observations (bulles, fissures, homogénéité, souplesse)

### OBJECTIF :

Préparer un film mince de caséine d'épaisseur comprise entre 100 et 150 µm destiné à des analyses spectroscopiques et à des essais d'absorption d'eau. Le film doit être homogène, sans bulles et d'épaisseur contrôlée.

### RÉACTIFS (par film) :

Caséine sèche : 3,0 g  
Eau déionisée : 60 mL  
NaOH 0,5 M : quelques gouttes pour ajustement du pH  
Option plastifiant : glycérol 0,10–0,15 g (2–5 % m/m par rapport à la caséine)

### DISPERSION DE LA CASÉINE :

- Peser 3 g de caséine une coupelle propre (avec une balance de précision)
- Introduire 60 mL d'eau déionisée dans un bécher de 250 mL.
- Ajouter progressivement les 3,0 g de caséine sous agitation magnétique. La caséine gonfle dans l'eau et forme initialement des agrégats. Maintenir l'agitation jusqu'à obtention d'une suspension la plus homogène possible.

### AJUSTEMENT DU pH (7,5–8,0) :

- Ajouter la solution de NaOH 0,5 M goutte à goutte sous agitation à l'aide d'une burette graduée (quelques gouttes seulement suffisent)
- Mesurer régulièrement le pH. L'objectif est d'atteindre un pH compris entre 7,5 et 8,0. À ce pH, les groupes acides de la caséine sont déprotonés, ce qui améliore sa solubilisation.

Erreurs à ne pas faire :

- Ajouter le NaOH trop rapidement.
- Dépasser un pH de 8,0.
- Ne pas homogénéiser avant de mesurer le pH.
- Ajuster le pH sans mesure précise.

### AJOUT DU GLYCÉROL (OPTIONNEL) : (Étape que l'on a pas suivi )

Si un film plus souple est souhaité, ajouter 0,10 à 0,15 g de glycérol. Mélanger jusqu'à homogénéité complète. Le glycérol agit comme plastifiant et réduit la fragilité du film.

Erreurs à ne pas faire :

- Oublier de recalculer le pourcentage massique.
- Ajouter une quantité excessive de glycérol, ce qui rendrait le film collant.
- Ne pas homogénéiser correctement après ajout.

#### DÉGAZAGE :

Après agitation, la solution contient des bulles d'air et éventuellement de la mousse. Il est nécessaire d'éliminer ces bulles avant le coulage.

- Utiliser une machine à ultrason : régler les paramètres de la machine :  
Température à 30°C ; Puissance à 100 ; Fréquence à 80 Hz.
- Laissez la solution dans la machine entre 10-15 minutes

#### COULAGE DU FILM :

- Prendre une boîte de pétri et marquer à l'aide d'un marqueur (feutre) la démarcation des 1 mm afin de faire attention à ne pas dépasser cette limite pour la suite du coulage
- Utiliser une pipette pasteur/une micropipette pour prélever de la solution du Becher dans une boîte de pétri. Attention, le coulage doit être homogène et le film très fin (moins d'1mm)
- Refaire cette étape plusieurs fois (2 à 3 fois avec plusieurs boîtes de pétri ) afin d'avoir le plus d'échantillons possible

#### SÉCHAGE :

- Placer les boîtes de pétri à l'étuve à 40 °C pendant 12 à 18 heures. Le séchage doit être progressif afin d'éviter les fissures et les contraintes internes. (Nous avons laissé les boîtes de pétri de 15h45-10 h le lendemain)

#### ÉTAPES À RECONFIRMER (pas encore réalisées )

##### DÉMOULAGE ET CONDITIONNEMENT :

Une fois le film sec, le décoller délicatement. Laisser conditionner 24 heures en atmosphère sèche avant toute mesure. Cette étape permet une stabilisation de l'humidité et donc de l'épaisseur.

Erreurs à ne pas faire :

Décoller le film alors qu'il est encore humide.

Plier brutalement le film.

Mesurer l'épaisseur immédiatement après sortie d'étuve.

##### MESURE D'ÉPAISSEUR :

Mesurer l'épaisseur au micromètre en plusieurs points répartis sur le film. Calculer l'épaisseur moyenne.

Erreurs à ne pas faire :

Mesurer en un seul point.

Trop comprimer le film avec le micromètre.

Négliger la dispersion des mesures.

## F-B1 -Réticulation formol 4 % (13 j)

Lot: \_\_\_\_\_ | Opérateurs: *Amal Cleouf*  
*Rym Driouche* | Date: *07/05/2026* | Révision: \_\_\_\_\_

### -Objectif

Réticuler les plaques pour augmenter dureté et stabilité dimensionnelle (témoin historique).

### -Matériel

Hottes ventilées; bacs hermétiques; pinces; étuve/flux d'air; balance; EPI complets.

### -Réactifs (pour 4 plaques, ~40 g caséine)

Solution formol 4 %: 800 mL ( $\approx 20\times$  le volume des plaques)

Eau déionisée (rinçage):  $2\times 500$  mL

### -Procédure (résumé)

- 1) Sous hotte, immerger totalement les plaques dans formol 4 %.
- 2) Laisser 13 jours à T° ambiante (bac fermé).
- 3) Retirer; rincer à l'eau ( $2\times$ ); sécher en air ventilé 48–72 h.

### -À consigner

Dates/heure d'entrée/sortie, masse avant/après, observations, FTIR (si dispo).

### -Sécurité

Formaldéhyde: toxique/cancérogène. Hotte OBLIGATOIRE, gants nitrile, lunettes, blouse.

Déchets collectés en bidon adapté.

**Contrôles:**  pH vérifié  Température notée  Pesées signées  Déchets collectés  Photos prises

**Témoin caséine commerciale :** réaliser en parallèle les mêmes conditions avec de la *caséine acide commerciale (acid casein, precipitated)* afin de disposer d'un témoin stable. Utiliser les mêmes masses/volumes et reporter les résultats en parallèle au lot extrait.

