Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BUT GCGP

BUT GCGP : compétence C2

Session 2026 • Code sujet : **26-BUT-GCGP-EP1** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **3,0**
indicatif

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse fonctionnelle et réglementaire (3 questions) **Page 3**

2. Étude technologique et prédimensionnement (4 questions) **Page 5**

3. Préparation de fabrication et protocole opératoire (3 questions) **Page 7**

4. Prévention, sécurité et environnement (2 questions) **Page 9**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://butgcgp.fr/assets/annales/but-gcgp/C2 - Concevoir des équipements de production industrielle de transformation de la matière et de l'énergie par voie chimique ou biologique/2026/BUT Génie Chimique Génie des Procédés - C2 - Concevoir des équipements de production industrielle de transformation de la matière et de l'énergie par voie chimique ou biologique - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et réglementaire

BioVal Laitiques étudie une installation destinée à accroître sa production d'acide lactique alimentaire. L'analyse porte sur le fermenteur, son refroidissement, la microfiltration, les exigences applicables et les dangers à prévenir.

Question 1.1. Établir l'analyse fonctionnelle du système étudié. Indiquer la fonction principale du fermenteur, celle du circuit de refroidissement et celle de l'unité de microfiltration. Pour chacune, préciser au moins une entrée, une sortie et une contrainte issue du cahier des charges.

Système	Fonction	Entrée	Sortie	Contrainte
Fermenteur	Fermenter le milieu pour produire de l'acide lactique	Milieu de fermentation et inoculum	Bouillon fermenté	Cuve nominale de 10,0 m³, volume utile de 8,0 m³, consigne de 35 °C
Refroidissement	Évacuer la chaleur de fermentation	Chaleur du bouillon et fluide de refroidissement	Bouillon à température maîtrisée et fluide réchauffé	Puissance à évacuer de 45 kW
Microfiltration	Séparer les matières en suspension	Bouillon fermenté	Perméat et rétentat	Débit à traiter de 8,0 m³/h

Le fermenteur assure la transformation biologique en conditions contrôlées. Le refroidissement compense la chaleur produite pendant la fermentation. En aval, la microfiltration tangentielle sépare les particules du bouillon et permet de récupérer une fraction filtrée. Ces trois fonctions sont liées par le transfert du bouillon depuis la cuve jusqu'à l'étape de purification.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fermenter 8,0 m³ de milieu à 35 °C, évacuer 45 kW et traiter le bouillon par microfiltration à 8,0 m³/h.

Question 1.2. À partir du DT 3, sélectionner trois exigences réglementaires ou normatives pertinentes pour le projet. Pour chacune, indiquer l'équipement ou le risque concerné et expliquer pourquoi son applicabilité doit être vérifiée au cas par cas.

Trois exigences pertinentes sont à examiner, leur applicabilité dépendant des caractéristiques et de l'usage réel des équipements :

- **Directive 2014/68/UE :** cuve ou circuit sous pression. Vérifier la pression maximale admissible, le volume, le fluide et les seuils réglementaires.
- **Directive 2006/42/CE et EN ISO 12100 :** agitateur et risques mécaniques. Vérifier le statut de machine et le cadre applicable à la date de mise sur le marché, puis évaluer protections et arrêts.
- **Règlements (CE) n° 852/2004 et n° 1935/2004 :** hygiène et matériaux au contact des denrées. Confirmer la destination alimentaire, les matériaux, la nettoyabilité et la traçabilité.

La conformité ne se déduit pas de la seule citation d'un texte : elle doit être établie pour le projet concerné.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À examiner : équipements sous pression, sécurité des machines et exigences d'hygiène et de contact alimentaire.

Question 1.3. Compléter le tableau du DR 1 en associant à chaque danger indiqué une mesure de prévention ou de protection et un élément de vérification avant mise en service.

Privilégier la maîtrise du danger à la source ; les EPI complètent les mesures de prévention. Le tableau associe à chaque situation une mesure et une vérification préalable.

Situation	Prévention prioritaire	EPI adapté	Vérification ou condition préalable
Préparation de NaOH	Ajouter lentement la soude à l'eau	Lunettes, gants et tablier résistants aux produits chimiques	Dosage maîtrisé ; douche et lave-yeux accessibles
Intervention sur l'agitateur	Consigner les énergies électrique et mécanique	EPI adaptés à la maintenance	Absence d'énergie ; protections et arrêt vérifiés
Ouverture d'une ligne de bouillon	Isoler, vidanger et dépressuriser la ligne	Gants, lunettes et tenue de protection	Absence de pression et d'écoulement avant ouverture
Nettoyage en place à chaud	Refroidir et dépressuriser avant intervention	Gants thermiques et visière	Température et pression sûres ; circuit isolé

Pour intervenir sur l'agitateur, couper, condamner et vérifier l'absence de toute énergie avant le travail. Avant la mise en service, contrôler notamment les arrêts et protections. Pour l'ouverture de ligne et le nettoyage, confirmer l'absence de pression et de produit chaud afin d'éviter projections, brûlures et exposition biologique.

DR 1 complété : prévention et vérifications

Situation	Danger principal	Mesure de prévention prioritaire	EPI adapté	Vérification ou condition préalable
Préparation de NaOH	Corrosivité et échauffement à la dilution	Ajout lent soude à l'eau	Lunettes, gants, tablier	Dosage maîtrisé ; douche/lave-yeux
Intervention sur l'agitateur	Organe mobile	Consigner les énergi électrique et mécani	EPI de maintenance	Absence d'énergie ; protections /arrêt
Ouverture d'une ligne de bouillon	Aérosols et contact avec le produit	Isoler, vidanger, dépressuriser	Gants, lunettes, tenue	Absence de pression et d'écoule
Nettoyage en place à chaud	Liquide chaud et circuit sous pression	Refroidir et dépressuriser	Gants thermiques, visière	Température et pression sûres

✓ RÉPONSE À RETENIR

Maîtriser les dangers à la source, consigner l'agitateur, isoler les lignes et vérifier les conditions sûres avant intervention.

2. Étude technologique et prédimensionnement

Le candidat prédimensionne une cuve de fermentation, son système de refroidissement et une unité de microfiltration tangentielle. Il estime également la matière et le coût de la virole et des fonds, en respectant les hypothèses et limites de l'étude préliminaire.

Question 2.1. En assimilant la cuve à un cylindre droit et en négligeant les fonds pour calculer le volume, déterminer son diamètre intérieur et sa hauteur cylindrique à partir du volume nominal de 10,0 m³ et du rapport H/D de 2,00. Vérifier ensuite le volume utile de 8,0 m³ en calculant la hauteur de liquide correspondante avec V = πD²H/4.

Le rapport géométrique impose **H = 2D**. En remplaçant dans le volume cylindrique, on obtient $10{,}0 = \pi D^2(2D)/4$, donc $D = (20/\pi)^{1/3} = 1{,}853\ m$ et $H = 3{,}707\ m$. La section droite vaut alors $\pi D^2/4$: pour 8,0 m³ utiles, la hauteur de liquide est $h = 8{,}0/(\pi D^2/4) = 2{,}965\ m$. Cette hauteur est cohérente avec la capacité nominale de la cuve.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> D intérieur : 1,853 m ; hauteur cylindrique : 3,707 m ; hauteur de liquide pour 8,0 m³ : 2,965 m.

Question 2.2. Calculer le débit massique d'eau de refroidissement nécessaire pour évacuer 45 kW lorsque l'eau entre à 15 °C et sort à 25 °C. Calculer la surface d'échange minimale avec un bouillon supposé à température constante de 35 °C, puis appliquer une réserve de dimensionnement de 20 %, en utilisant les relations fournies.

Calcul	Application	Résultat
Débit massique	45 / [4,18 × (25 − 15)]	1,077 kg/s
Écarts thermiques	35 − 15 = 20 K ; 35 − 25 = 10 K	ΔTlm = 14,43 K
Surface d'échange	45 000 / (600 × 14,43)	5,20 m²

La puissance est exprimée en kW pour calculer le débit avec la chaleur massique en kJ/(kg·K), puis en W pour la surface. La réserve de 20 % s'applique à la surface minimale, soit $5{,}20 \times 1{,}20 = 6{,}24\ m^2$. La surface à retenir pour le prédimensionnement est donc supérieure au minimum calculé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit d'eau : 1,077 kg/s ; surface minimale : 5,20 m² ; surface avec réserve : 6,24 m².

Question 2.3. Calculer la surface membranaire minimale nécessaire pour traiter 8,0 m³/h au flux moyen fourni, puis déterminer la surface à installer avec une réserve de 20 %. Indiquer et justifier une configuration de filtration adaptée au traitement d'un bouillon contenant des matières en suspension.

Le débit à traiter est $8{,}0 \times 1\,000 = 8\,000\ L/h$. Avec le flux moyen de $40\ L/(m^2 \cdot h)$, la surface membranaire minimale vaut $8\,000/40 = 200\ m^2$. La réserve de 20 % conduit à installer $200 \times 1{,}20 = 240\ m^2$. Le choix doit aussi tenir compte du bouillon chargé en matières en suspension et de la possibilité de nettoyer les membranes.

- **Configuration :** filtration tangentielle.
- **Justification :** l'écoulement parallèle à la membrane limite l'accumulation des particules et le colmatage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface minimale : 200 m² ; surface à installer : 240 m² ; configuration : filtration tangentielle.

Question 2.4. **Estimer la masse et le coût de la matière première nécessaire à la virole et aux deux fonds plats, à partir de la surface géométrique calculée, d'une épaisseur de tôle de 6,0 mm, d'une densité d'acier inoxydable de 8 000 kg/m³, d'une majoration de 10 % pour pertes et découpes et d'un prix de 8,40 €/kg. Indiquer les limites de cette estimation au regard de la fabrication réelle.**

Élément	Calcul	Résultat
Surface virole et deux fonds plats	$\pi DH + 2\pi D^2/4$, avec $H = 2D$	32,37 m²
Masse avec pertes et découpes	8 000 × 32,37 × 0,006 × 1,10	1 709 kg
Coût de matière	1 709 × 8,40	14 358 €

La surface comprend la paroi cylindrique latérale et les deux fonds plats. Il s'agit d'une estimation de matière première seulement : elle ne détaille pas les piquages, supports, soudures, chutes réelles ni les exigences de conception mécanique. Le coût est calculé sur la masse majorée, au prix indicatif fourni.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse estimée : 1 709 kg ; coût indicatif : 14 358 €.

3. Préparation de fabrication et protocole opératoire

Le candidat prépare les éléments techniques à transmettre au fabricant et les opérations de première mise en service. Les données de conception absentes doivent être indiquées comme points à confirmer, sans être inventées.

Question 3.1. Compléter le DR 2 par une nomenclature fonctionnelle comprenant au minimum le fermenteur, l'agitateur, la sonde de température, le circuit de refroidissement, la pompe de transfert et le module de microfiltration. Pour chaque élément, indiquer sa fonction et une caractéristique ou un critère de choix à transmettre au fournisseur.

La nomenclature associe chaque équipement à sa fonction et à un critère à transmettre au fournisseur. Les caractéristiques non fixées sont à confirmer avant fabrication.

Repère	Équipement	Fonction	Caractéristique ou critère à spécifier
1	Fermenteur	Contenir la fermentation	Acier inoxydable compatible avec l'usage alimentaire; volume nominal 10,0 m³, volume utile 8,0 m³; consigne 35 °C
2	Agitateur	Homogénéiser le bouillon	Adapté au volume et au bouillon; vitesse et puissance à confirmer
3	Sonde de température	Mesurer la température	Plage de mesure couvrant 35 °C; précision et étalonnage à spécifier
4	Circuit de refroidissement	Évacuer la chaleur	Puissance thermique de 45 kW; conditions de service à confirmer
5	Pompe de transfert	Transférer le bouillon	Débit compatible avec 8,0 m³/h; matériaux et hauteur manométrique à confirmer
6	Module de microfiltration	Séparer les matières en suspension	Débit de 8,0 m³/h et flux moyen de 40 L/(m²·h); surface installée et conditions de nettoyage à spécifier

La finition, la nettoyabilité et les matériaux au contact du produit sont à préciser pour l'usage alimentaire.

DR 2 complété : nomenclature fonctionnelle

Repère	Équipement	Fonction	Caractéristique ou critère de choix à spécifier
1	Fermenteur	Contenir la fermentation	Inox alimentaire; 10,0 m³ nominal, 8,0 m³ utile; consigne
2	Agitateur	Homogénéiser	Adaptation au bouillon; vitesse et puissance à
3	Sonde de température	Mesurer T	Consigne 35 °C; précision et étalonnage à spécifier
4	Circuit de refroidissement	Évacuer la chaleur	Puissance 45 kW; conditions de service à confirmer
5	Pompe de transfert	Transférer	Débit 8,0 m³/h; matériaux et hauteur manométrique à
6	Module de microfiltration	Séparer les solides	8,0 m³/h; flux 40 L/(m²·h); surface et nettoyage à préciser

✓ RÉPONSE À RETENIR

DR 2 renseigné : six équipements, leurs fonctions et les critères de choix à transmettre au fournisseur.

Question 3.2. Rédiger un protocole opératoire synthétique de transfert du bouillon vers la microfiltration, depuis les vérifications préalables jusqu'à l'arrêt de l'opération. Mentionner au moins cinq contrôles ou actions, notamment la vérification des vannes, du débit, de la pression transmembranaire et de la traçabilité du lot.

1. Vérifier l'identification du lot, l'état sanitaire de la ligne et la disponibilité du module.
2. Contrôler les raccordements et les positions des vannes selon le schéma de transfert.
3. Mettre la filtration en circulation, puis démarrer progressivement la pompe.
4. Régler et surveiller le débit et la pression transmembranaire, sans dépasser les limites validées; vérifier l'absence de fuite.
5. Suivre le volume traité et tracer le lot, les paramètres de fonctionnement et les anomalies éventuelles.
6. À la fin, arrêter la pompe, isoler la ligne et appliquer la procédure prévue de rinçage ou de nettoyage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Transfert contrôlé, paramètres surveillés, lot tracé et installation arrêtée puis isolée.

Question 3.3. Calculer la masse de NaOH nécessaire à la préparation de 2 000 kg de solution de nettoyage à 1,5 % massique, puis le coût correspondant au prix de 1,20 €/kg. Préciser une précaution indispensable lors de la préparation de la solution.

La masse de NaOH nécessaire est $m_{NaOH} = (1,5/100) \times 2\,000 = 30\ \text{kg}$. Le coût correspondant est $30 \times 1,20 = 36\ €$. La dissolution étant exothermique, ajouter progressivement la soude à l'eau, jamais l'inverse, en portant les EPI adaptés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

NaOH : 30 kg. Coût : 36 €.

4. Prévention, sécurité et environnement

La préparation du bouillon, le nettoyage, l'exploitation et la maintenance exposent le personnel à des risques chimiques, biologiques, mécaniques et thermiques. Le candidat propose des mesures de prévention et des vérifications préalables pour protéger les personnes et l'environnement.

Question 4.1. Compléter le DR 1 pour les quatre situations de travail en proposant, pour chacune, une mesure de prévention prioritaire et un EPI adapté. Pour l'intervention sur l'agitateur, préciser la condition préalable de consignation.

Compléter le DR 1 avec des mesures qui réduisent d'abord l'exposition à la source :

Situation	Prévention prioritaire	EPI adapté	Vérification ou condition préalable
Préparation de NaOH	Ajouter lentement la soude à l'eau.	Lunettes, gants chimiques, tablier.	Douche oculaire accessible; procédure de dilution prête.
Intervention sur l'agitateur	Consigner et verrouiller toutes les énergies.	Chaussures de sécurité, tenue ajustée.	Vérifier l'absence d'énergie et empêcher tout redémarrage.
Ouverture d'une ligne de bouillon	Isoler, vidanger et dépressuriser la ligne.	Gants, lunettes ou visière, tenue de protection.	Confirmer l'absence de pression et prévoir le confinement du produit.
Nettoyage en place à chaud	Refroidir, isoler et dépressuriser avant ouverture.	Gants thermiques, lunettes ou visière, tablier.	Vérifier l'absence de pression et une température sûre.

Pour l'agitateur, la consignation impose le verrouillage des sources d'énergie et la vérification de leur mise à zéro avant toute intervention.

DR 1 complété : prévention et EPI

Situation	Danger principal	Mesure de prévention prioritaire	EPI adapté	Vérification ou condition préalable
Préparation de NaOH	Corrosivité et échauffement à la dilution	Soude dans l'eau, lentement	Lunettes chimique	Douche oculaire, procédure prête
Intervention sur l'agitateur	Organe mobile	Consigner, verrouiller	Chaussu tenue aju	Énergies à zéro, pas de redémarrage
Ouverture d'une ligne de bouillon	Aérosols et contact avec le produit	Isoler, vidanger, dépressuriser	Gants, lu tenue de protectio	Pression nulle, confinement
Nettoyage en place à chaud	Liquide chaud et circuit sous pression	Refroidir, isoler, dépressuriser	Gants th visière	Pression nulle, température sûre

✓ RÉPONSE À RETENIR

DR 1 : prévention, EPI et vérifications renseignés pour les quatre situations, avec consignation de l'agitateur avant intervention.

Question 4.2. Présenter les vérifications à effectuer avant la première mise en service concernant l'étanchéité, la circulation du fluide de refroidissement, les sécurités de l'agitateur et la gestion des effluents de nettoyage. Expliquer leur contribution à la sécurité des personnes et à la protection de l'environnement.

Avant la première mise en service, réaliser un essai d'étanchéité des cuves, raccords et lignes selon une procédure validée, puis contrôler l'absence de fuite. Faire circuler le fluide de refroidissement et vérifier le sens, le débit, les raccordements et l'absence de fuite. Tester l'agitateur, ses protections, l'arrêt d'urgence et les interverrouillages, en vérifiant l'arrêt effectif lors de leur déclenchement.

Vérifier que les effluents de nettoyage sont collectés, caractérisés et dirigés vers une filière autorisée; contrôler leur conformité avant rejet selon les exigences du site. Ces essais limitent les fuites, les brûlures et les entraînements, et préviennent la pollution de l'environnement.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Avant démarrage : étanchéité, circulation du refroidissement, sécurités de l'agitateur et collecte et traitement autorisé des effluents vérifiés.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2026)

Bilan de l'épreuve : Session 2026 du BUT GCGP, compétence C2, code 26-BUT-GCGP-EP1, d'une durée de 3 heures et de coefficient indicatif 3,0. L'épreuve porte sur le prédimensionnement d'une installation BioVal Laitiques de fermentation et de purification d'acide lactique. Elle évalue l'analyse fonctionnelle et réglementaire, les calculs de cuve, de refroidissement et de microfiltration, la préparation des opérations et la prévention des risques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une cuve cylindrique, $V = \pi D^2 H/4$; le rapport H/D permet de relier le diamètre à la hauteur.
- Le débit massique d'eau se calcule avec $Q = \dot{m}cp(Ts - Te)$; la surface d'échange utilise $Q = UA\Delta Tlm$.
- La surface membranaire minimale se calcule avec $Am = qv/J$; convertir le débit en L/h avant le calcul.
- La masse de matière s'estime avec $m = \rho Ae(1 + f)$ et son coût avec $C = mp$; respecter les unités.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présenter les hypothèses, les unités et un nombre de chiffres significatifs cohérent pour chaque calcul.
- Ne pas confondre le volume nominal de la cuve avec le volume utile de fermentation.
- Relier chaque référence réglementaire à son champ d'application et vérifier son applicabilité au projet.
- Distinguer mesure de prévention prioritaire, EPI et vérification ou condition préalable.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment utiliser le rapport H/D pour calculer les dimensions de la cuve ?

Remplacer H par 2D dans $V = \pi D^2 H/4$, avec le volume nominal en m^3. Déterminer D, puis H, en conservant les unités. Pour le volume utile, garder le même diamètre et calculer la hauteur de liquide avec la même relation.

Q : Comment calculer la surface d'échange avec une différence de température logarithmique moyenne ?

Calculer les écarts entre le bouillon à température constante et l'eau à chaque extrémité. Déterminer leur moyenne logarithmique avec la formule fournie, puis utiliser $A = Q/(U\Delta Tlm)$. Appliquer la réserve de 20 % à la surface obtenue.

Q : Comment répartir les trois heures de l'épreuve entre les parties ?

Le sujet répartit les 20 points entre quatre parties : 5, 7, 4 et 4 points. Lire les données et ressources, puis répartir le temps selon le barème. Réserver un moment pour vérifier les unités, les documents réponses et les résultats.

Q : Que faut-il montrer pour répondre aux critères sur les normes et la sécurité ?

Associer chaque référence à l'équipement ou au risque concerné et justifier la vérification de son applicabilité. Pour chaque danger, proposer une prévention adaptée et un EPI pertinent, puis préciser toute vérification ou consignation demandée.

Sujet officiel associé (PDF) : https://butgcgp.fr/assets/annales/but-gcgp/C2 - Concevoir des équipements de production industrielle de transformation de la matière et de l'énergie par voie chimique ou biologique/2026/BUT Génie Chimique Génie des Procédés - C2 - Concevoir des équipements de production industrielle de transformation de la matière et de l'énergie par voie chimique ou biologique - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

Ressources BUT Génie Chimique Génie des Procédés : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.