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

Génie chimique - Génie des procédés, parcours conception des procédés et innovation technologique

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 de l’installation pilote** (3 questions) — **Page 3**
2. **Bilans matière, besoins énergétiques, plan factoriel et coût matière** (4 questions) — **Page 5**
3. **Préparation de la campagne d’essais et protocole opératoire** (4 questions) — **Page 9**
4. **Prévention, sécurité et protection de l’environnement** (3 questions) — **Page 13**
5. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 16**

Sujet officiel (PDF) : https://butgcgp.fr/assets/annales/but-gcgp/C4 - Développer et améliorer des procédés de transformation de la matière et de l’énergie par voie chimique ou biologique/2026/BUT Génie Chimique Génie des Procédés - C4 - Développer et améliorer des procédés de transformation de la matière et de l’énergie par voie chimique ou biologique - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et réglementaire de l’installation pilote

La Piloterie de Val-de-Rive étudie l’estérification discontinue de l’acide éthanoïque par l’éthanol dans une cuve agitée et chauffée. L’analyse porte sur les fonctions du procédé, ses paramètres de suivi, les dangers et les exigences de prévention applicables au stade pilote.

Question 1.1. Établissez la fonction principale du procédé et identifiez les trois flux de matière principaux attendus entre l’alimentation et la réception. Indiquez deux paramètres de fonctionnement à suivre pendant la réaction et associez à chacun une raison de suivi.

Flux principal	Trajet et nature
Alimentation	Acide éthanoïque, éthanol et catalyseur vers le réacteur
Vapeurs	Vapeurs quittant le réacteur et passant dans le condenseur
Condensats	Condensats récupérés dans la cuve de réception

La fonction principale est de produire de l’éthanoate d’éthyle par estérification discontinue. Suivre la température pour éviter une surchauffe et maîtriser l’émission de vapeurs. Suivre la conversion, à l’aide d’un prélèvement analysé, pour vérifier l’avancement de la réaction et l’atteinte de la cible de performance.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Produire de l’éthanoate d’éthyle par estérification discontinue. Suivre la température et la conversion pour maîtriser le fonctionnement et vérifier la performance.

Question 1.2. À partir du DT 3, relevez deux dangers pertinents pour cette opération et proposez, pour chacun, une mesure de prévention technique ou organisationnelle. Distinguez clairement danger et mesure de prévention.

Deux dangers et des mesures de prévention adaptées au stade pilote :

- **Éthanol :** liquide et vapeurs inflammables, avec risque d’incendie. Limiter les émissions, assurer une ventilation adaptée et écarter les sources d’inflammation. Vérifier la mise à la terre selon l’analyse de risque.
- **Catalyseur acide :** contact ou projection pouvant provoquer brûlures et lésions. Charger selon la procédure locale, par du personnel formé, avec les protections déterminées par l’évaluation des risques et les FDS.

L’exploitant vérifie les exigences applicables à l’installation ; la présence d’éthanol ne suffit pas à établir un zonage ATEX.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Éthanol : risque d’incendie, limiter les émissions et les sources d’inflammation. Catalyseur acide : risque de brûlure, prévenir les projections et porter les protections adaptées.

Question 1.3. Complétez dans le DR 1 les fonctions attendues des organes repérés 1 à 4 sur le schéma du DT 1. Pour le condenseur, précisez le rôle de la récupération des vapeurs dans cette opération.

Repère	Fonction dans l'installation
1	Stocker les réactifs et le catalyseur, puis alimenter le réacteur.
2	Agiter et chauffer la charge ; mesurer la température.
3	Recueillir les condensats issus du condenseur.
4	Refroidir et condenser les vapeurs quittant le réacteur.

La condensation récupère les vapeurs sous forme de condensats dirigés vers la cuve de réception. Elle limite ainsi les émissions et les pertes de matière.

DR 1 complété : fonctions des organes

Repère	Organe	Fonction dans l'installation
1	Cuve d'alimentation	Stocker et alimenter en réactifs et catalyseur
2	Réacteur agité chauffé	Agiter, chauffer et mesurer la température
3	Cuve de réception	Recueillir les condensats
4	Condenseur en tête	Condenser les vapeurs et récupérer les condensats

✓ RÉPONSE À RETENIR

1 : stocker et alimenter. 2 : agiter, chauffer et mesurer la température. 3 : recueillir les condensats. 4 : condenser les vapeurs pour les récupérer.

2. Bilans matière, besoins énergétiques, plan factoriel et coût matière

L'étude porte sur une charge nominale d'acide éthanoïque et d'éthanol transformée en éthanoate d'éthyle avec un catalyseur acide. Les données du DT 2 servent à établir les bilans matière, estimer le chauffage et les coûts, puis comparer les effets de la température et de la charge en catalyseur.

Question 2.1. Pour la charge nominale, calculez les quantités de matière initiales d'acide éthanoïque et d'éthanol, puis identifiez le réactif limitant. À 80 % de conversion de l'acide, calculez les masses d'éthanoate d'éthyle, d'eau, d'acide éthanoïque résiduel et d'éthanol résiduel. Présentez les résultats avec une précision adaptée et vérifiez la fermeture du bilan de masse en incluant le catalyseur.

Les quantités initiales valent **n = m/M**. La réaction étant stœchiométrique 1:1, l'acide éthanoïque est limitant car sa quantité initiale est la plus faible. À 80 % de conversion, l'avancement vaut 0,7993 kmol. Le catalyseur ajouté représente 0,50 % de 115,2 kg, soit 0,576 kg.

Espèce	Quantité initiale	Masse en sortie
Acide éthanoïque	0,9992 kmol	12,000 kg
Éthanol	1,1982 kmol	18,375 kg
Éthanoate d'éthyle	-	70,429 kg
Eau	-	14,400 kg
Catalyseur	-	0,576 kg

La masse entrante vaut 115,776 kg et la masse sortante calculée 115,780 kg. L'écart de 0,004 kg vient de l'incohérence d'arrondi entre les masses molaires fournies des réactifs et des produits.

Bilan matière de la charge nominale à 80 % de conversion

Espèce	Quantité initiale (kmol)	Masse (kg)
Acide éthanoïque	0,9992	12,000 résiduel
Éthanol	1,1982	18,375 résiduel
Éthanoate d'éthyle	-	70,429 produit
Eau	-	14,400 produite
Catalyseur	-	0,576
Total entrant	-	115,776
Total sortant calculé	-	115,780

Catalyseur inclus dans les masses entrante et sortante. L'écart de bilan est dû aux masses molaires arrondies fournies.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réactif limitant : acide éthanoïque. Produits : 70,429 kg d'éthanoate d'éthyle et 14,400 kg d'eau. Écart de bilan : 0,004 kg.

Question 2.2. **La cuve est isolée par une couche d'épaisseur e = 0,050 m et de conductivité thermique λ = 0,040 W·m⁻¹·K⁻¹. Calculez la résistance thermique surfacique R = e/λ, puis estimez l'énergie utile nécessaire pour porter la charge complète de 20 °C à 70 °C avec la capacité thermique massique moyenne fournie. La masse à chauffer inclut les deux réactifs et le catalyseur. N'intégrez pas les pertes thermiques à cette énergie utile.**

La résistance thermique surfacique est **R = e/λ = 0,050/0,040 = 1,25 m²·K·W⁻¹**. La masse à chauffer comprend les deux réactifs et le catalyseur, soit 60,0 + 55,2 + 0,576 = 115,776 kg. L'élévation de température vaut 70 − 20 = 50 K. Avec la capacité thermique massique moyenne fournie, l'énergie utile se calcule par **$Q = m\, c_p\, \Delta T$**. Elle correspond à l'énergie sensible de la charge, sans pertes thermiques.

Grandeur	Résultat
Masse chauffée	115,776 kg
Élévation de température	50 K
Énergie utile	16 208,64 kJ = 16,21 MJ

Estimation de l'énergie utile de chauffage

Donnée	Valeur
Masse à chauffer	115,776 kg
Température initiale	20 °C
Température finale	70 °C
Énergie utile	16,21 MJ

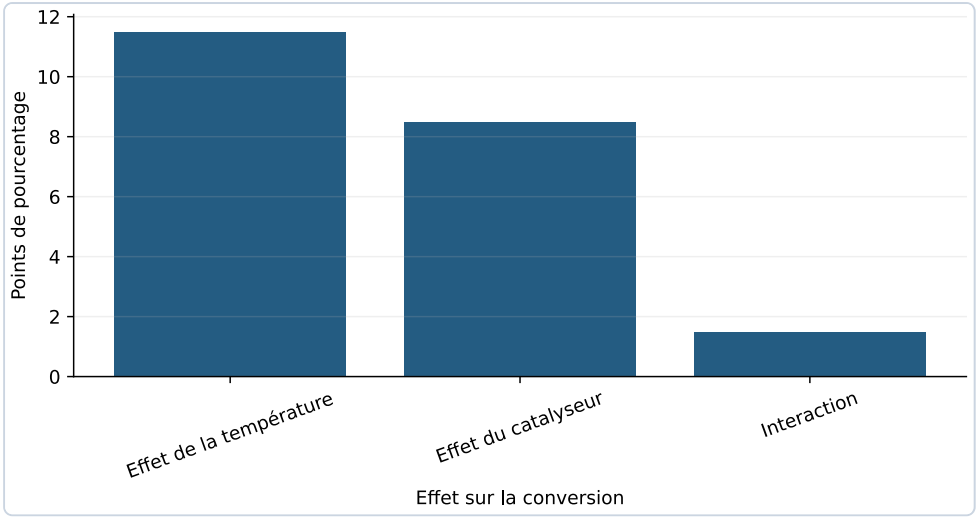
Énergie sensible de la charge, hors pertes thermiques.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> R = 1,25 m²·K·W⁻¹ ; énergie utile = 16,21 MJ.

Question 2.3. **À partir des quatre essais du DT 2, calculez l'effet moyen de la température et celui de la charge en catalyseur sur la conversion, en points de pourcentage, en comparant pour chaque facteur les moyennes des niveaux haut et bas. Calculez également l'interaction selon la formule fournie en associant les essais aux niveaux des facteurs. Interprétez les résultats et proposez les conditions à retenir pour une confirmation expérimentale.**

L'effet moyen se calcule par la moyenne des conversions au niveau haut moins celle au niveau bas. Pour la température : (78 + 88)/2 − (68 + 75)/2 = **+11,5 points**. Pour le catalyseur : (75 + 88)/2 − (68 + 78)/2 = **+8,5 points**.

Les essais 1 à 4 correspondent respectivement aux niveaux (−−), (−+), (+−), (++). L'interaction vaut donc (68 + 88 − 75 − 78)/2 = **+1,5 point**. Les deux facteurs augmentent la conversion. Retenir 70 °C et 1,0 % de catalyseur pour confirmation, en respectant la limite de température.



✓ RÉPONSE À RETENIR

Effet température : +11,5 points ; catalyseur : +8,5 points ; interaction : +1,5 point. Confirmation : 70 °C et 1,0 % de catalyseur.

Question 2.4. À l’aide des prix du DT 2, calculez le coût des deux réactifs et du catalyseur pour la charge nominale. Calculez ensuite le coût matière direct par kilogramme d’éthanoate d’éthyle théoriquement obtenu à 80 % de conversion. Précisez une limite de cette estimation économique.

Le coût de chaque matière est sa masse multipliée par son prix unitaire. Le catalyseur pèse 0,576 kg. Le coût matière total de la charge est donc **134,568 €**. À 80 % de conversion, la masse théorique d’éthanoate d’éthyle vaut 70,429 kg ; le coût matière direct rapporté à cette production est de 134,568/70,429 = **1,91 €/kg**.

Constituant	Coût (€)
Acide éthanoïque	72,00
Éthanol	57,96
Catalyseur	4,608
Total	134,568

Cette estimation exclut notamment l’énergie, la main-d’œuvre et le traitement des effluents.

Coût matière de la charge nominale

Constituant	Masse (kg)	Prix unitaire (€/kg)	Coût (€)
Acide éthanoïque	60,0	1,20	72,00
Éthanol	55,2	1,05	57,96
Catalyseur	0,576	8,00	4,608
Total	115,776	-	134,568

Coûts directs des matières, hors énergie, main-d’œuvre et traitement des effluents.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Coût matière total : 134,568 € ; coût direct théorique : 1,91 €/kg d’éthanoate d’éthyle.

3. Préparation de la campagne d’essais et protocole opératoire

Une campagne pilote doit confirmer les conditions sélectionnées, puis vérifier leur répétabilité, avec une charge nominale dans une cuve de volume utile maximal 150 L. Le candidat prépare un protocole traçable, vérifie le remplissage et définit les données à enregistrer pour comparer les essais et documenter la consommation énergétique.

Question 3.1. Rédigez un protocole opératoire synthétique pour l’essai de confirmation. Précisez au minimum les vérifications avant démarrage, l’ordre de chargement, la mise en agitation et en chauffe, le suivi de la réaction, les critères d’arrêt et les opérations de fin d’essai. Ne proposez pas de consigne incompatible avec la température maximale de 70 °C ou les informations de sécurité du DT 3.

1. Avant démarrage, vérifier la ventilation, les flexibles et raccords, la rétention, la sonde et la limitation de température. Vérifier la mise à la terre selon l’analyse de risque, les consignes d’urgence et les EPI définis. L’opération est réalisée par du personnel formé.
2. Charger les deux réactifs, puis ajouter progressivement le catalyseur sous agitation. Pour la confirmation, retenir 70 °C et 1,0 % de catalyseur par rapport aux réactifs.
3. Agiter et chauffer progressivement, sans dépasser 70 °C. Suivre température et conversion par prélèvements selon la procédure analytique locale.
4. Arrêter lorsque la conversion cible d’au moins 75 % est atteinte, ou immédiatement en cas d’anomalie. Couper le chauffage, refroidir, transférer selon la procédure du site et gérer les résidus dans la filière prévue. Répéter ensuite à conditions identiques.

Fiche de préparation complétée

Élément de préparation	Donnée ou action retenue	Critère de suivi ou d’acceptation
Conditions de l’essai de confirmation	70 °C ; catalyseur 1,0 %	Conversion ≥ 75 % ; T ≤ 70 °C
Ordre de chargement et contrôle préalable	Réactifs, puis catalyseur sous agi	Ventilation, sonde, raccords, rétention vérifiés
Données à relever pendant l’essai	T, conversion, énergie, agitation	Horodatage et unités consignés
Condition de répétabilité	Répéter avec les mêmes charges	Comparer conversion et énergie

✓ RÉPONSE À RETENIR

Confirmation : 70 °C, catalyseur à 1,0 %, conversion cible ≥ 75 % et température ≤ 70 °C. Répéter à conditions identiques.

Question 3.2. Estimez le volume initial total des deux réactifs à partir de leurs masses et des masses volumiques du DT 2, puis calculez le taux d’occupation de la cuve de 150 L. Indiquez si la charge respecte la limite de volume utile et citez une raison opérationnelle de ne pas exploiter une cuve jusqu’à son volume maximal sans marge.

Avec V = m/ρ, l’acide occupe 60,0/1,05 = 57,14 L et l’éthanol 55,2/0,789 = 69,96 L. Le volume initial total est donc 127,10 L. Le taux d’occupation vaut 127,10/150 × 100 = 84,7 % : la charge respecte le volume utile maximal, avec environ 22,9 L de marge. Cette réserve limite les risques de débordement ou d’entraînement de liquide pendant l’agitation et les transferts.

Volume et occupation à reporter au DR 2

Paramètre	Valeur ou consigne à reporter
Température retenue pour la confirmation	.....
Charge de catalyseur retenue	.....
Conversion cible minimale	75 %
Volume initial estimé des réactifs	..... 127,1 L .....
Taux d'occupation de la cuve de 150 L	..... 84,7 % .....
Température maximale à ne pas dépasser	70 °C
Grandeurs à enregistrer pendant l'essai	.....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume initial : 127,1 L ; occupation : 84,7 %. La charge respecte la limite de 150 L, avec environ 22,9 L de marge.

Question 3.3. Indiquez quatre grandeurs ou observations à enregistrer pendant la campagne, dont au moins une donnée permettant de suivre la conversion et une donnée permettant de documenter la consommation énergétique. Proposez une unité ou une méthode de consignation pour chacune.

Consigner les relevés avec leur heure afin de comparer les essais de confirmation et de répétabilité. Relever la température du réacteur en °C en fonction du temps, la conversion de l'acide en % par une méthode analytique définie, l'énergie consommée en kWh à partir d'un compteur et la vitesse d'agitation en tr/min. Noter également toute anomalie observée pendant l'essai.

Grandeurs à reporter au DR 2

Paramètre	Valeur ou consigne à reporter
Température retenue pour la confirmation	.....
Charge de catalyseur retenue	.....
Conversion cible minimale	75 %
Volume initial estimé des réactifs	.....
Taux d'occupation de la cuve de 150 L	.....
Température maximale à ne pas dépasser	70 °C
Grandeurs à enregistrer pendant l'essai	..... T (°C)/temps ; conversion (%) ; énergie (kWh) ; agitation (tr/min)

✓ RÉPONSE À RETENIR

À enregistrer : température (°C et temps), conversion (%), énergie (kWh) et vitesse d'agitation (tr/min), avec horodatage.

Question 3.4. Complétez le DR 2 en établissant la nomenclature de la charge nominale et en reportant le volume initial calculé, le taux d'occupation et les consignes principales de l'essai. Utilisez les prix unitaires et les données de base du DT 2.

Constituant	Masse	Prix unitaire	Coût matière	Volume estimé
Acide éthanoïque	60,0 kg	1,20 €/kg	72,00 €	57,14 L
Éthanol	55,2 kg	1,05 €/kg	57,96 €	69,96 L
Catalyseur acide	0,576 kg	8,00 €/kg	4,61 €	Non calculé
Total	115,776 kg	Non applicable	134,57 €	127,10 L

La nomenclature nominale applique la charge DT 2 de 0,50 %. Pour l'essai de confirmation, les conditions retenues sont 70 °C et 1,0 % de catalyseur, soit 1,152 kg pour les deux réactifs. Reporter aussi la cible de conversion de 75 %, le taux d'occupation de 84,7 % et les grandeurs à enregistrer : température, conversion, énergie et agitation.

Nomenclature nominale complétée

Constituant	Masse (kg)	Prix unitaire (€/kg)	Coût matière (€)	Volume estimé (L)
Acide éthanoïque	60,0	1,20	72,00 €	57,14 L
Éthanol	55,2	1,05	57,96 €	69,96 L
Catalyseur acide	0,576 kg	8,00	4,61 €	Non calculé
Total	115,776 kg	Non applicable	134,57 €	127,10 L

Consignes de confirmation à reporter au DR 2

Paramètre	Valeur ou consigne à reporter
Température retenue pour la confirmation	70 °C
Charge de catalyseur retenue	1,0 % des réactifs
Conversion cible minimale	75 %
Volume initial estimé des réactifs	
Taux d'occupation de la cuve de 150 L	
Température maximale à ne pas dépasser	70 °C
Grandeurs à enregistrer pendant l'essai	T, conversion, énergie, agitation

✓ RÉPONSE À RETENIR

Charge nominale : 0,576 kg de catalyseur ; coût total : 134,57 € ; volume : 127,10 L, soit 84,7 %.
Confirmation : 70 °C et catalyseur à 1,0 %.

4. Prévention, sécurité et protection de l’environnement

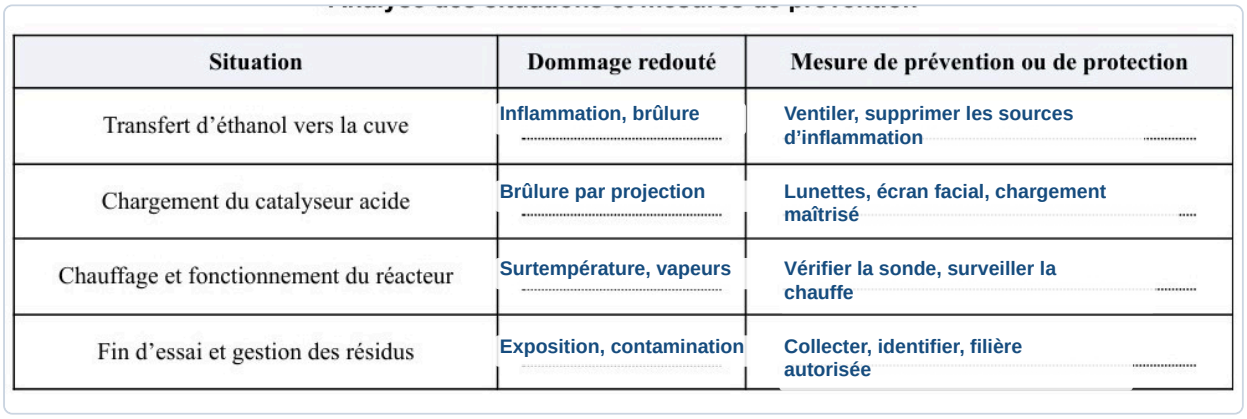
Les opérations étudiées comprennent le transfert d’éthanol inflammable, le chargement de produits corrosifs, le chauffage du réacteur et la gestion des résidus. Les mesures doivent être adaptées à l’échelle pilote et aux consignes locales, sans présumer d’un zonage ATEX ou d’une conformité déjà établie, et assurer une gestion traçable des déchets.

Question 4.1. Complétez le tableau de prévention du DR 1 pour les quatre situations. Pour chaque ligne, formulez un dommage redouté cohérent et une mesure concrète applicable à l’échelle pilote. Au moins une mesure doit porter sur la maîtrise des sources d’inflammation et une autre sur la protection contre les projections corrosives.

Les dommages redoutés et les mesures sont distingués. Les EPI, les équipements et les procédures sont à définir selon les FDS et l’évaluation des risques. Le zonage et les équipements ATEX sont à vérifier par l’exploitant, sans présumer de leur conformité.

Situation	Dommage redouté	Mesure de prévention ou de protection
Transfert d’éthanol	Inflammation des vapeurs, brûlure ou exposition	Ventiler, maîtriser le transfert, supprimer les sources d’inflammation et vérifier les raccords ainsi que la mise à la terre selon l’analyse de risque.
Chargement du catalyseur acide	Brûlure par contact ou projection	Porter les EPI adaptés, notamment lunettes et écran facial, et charger selon la procédure locale.
Chauffage du réacteur	Surtempérature ou émission de vapeurs	Vérifier la sonde et la limitation de température, surveiller la chauffe et appliquer les consignes locales.
Gestion des résidus	Exposition ou contamination de l’environnement	Collecter et identifier les résidus, puis les orienter vers une filière autorisée.

DR 1 complété : prévention



Situation	Dommage redouté	Mesure de prévention ou de protection
Transfert d’éthanol vers la cuve	Inflammation, brûlure	Ventiler, supprimer les sources d’inflammation
Chargement du catalyseur acide	Brûlure par projection	Lunettes, écran facial, chargement maîtrisé
Chauffage et fonctionnement du réacteur	Surtempérature, vapeurs	Vérifier la sonde, surveiller la chauffe
Fin d’essai et gestion des résidus	Exposition, contamination	Collecter, identifier, filière autorisée

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ventiler et maîtriser les sources d’inflammation, protéger contre les projections corrosives, surveiller la température et collecter les résidus en filière autorisée.

Question 4.2. **Une hausse anormale de température est constatée pendant la chauffe. Décrivez les premières actions à engager pour mettre l'installation en sécurité, alerter les personnes concernées et préserver la traçabilité de l'événement. Les actions doivent rester dans le cadre des consignes locales et des habilitations de l'opérateur.**

1. Appliquer la procédure locale : arrêter la chauffe par la commande prévue si l'opérateur y est habilité. Ne pas ouvrir le réacteur ni effectuer de manœuvre non autorisée.
2. Suivre la température depuis un emplacement sûr et utiliser les dispositifs d'arrêt prévus conformément aux consignes.
3. Alerter le responsable et les personnes concernées. Si la situation présente un danger, appliquer les consignes d'urgence et éloigner les personnes exposées.
4. Une fois l'installation sécurisée, consigner l'heure, les températures, les alarmes, les actions engagées et les personnes alertées, puis signaler l'événement au responsable.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Appliquer la procédure d'arrêt, sécuriser sans intervention non autorisée, alerter et consigner les faits et les actions.

Question 4.3. **Proposez une filière de gestion adaptée pour le mélange réactionnel résiduel et les contenants souillés. Indiquez pourquoi leur rejet direct au réseau d'eaux usées est inadapté et donnez une information à consigner pour assurer la traçabilité environnementale.**

Après caractérisation, collecter séparément les déchets dans des contenants compatibles, fermés et identifiés, puis les orienter selon les procédures du site vers une filière autorisée.

Résidu ou matériel souillé	Collecte ou filière proposée	Information à consigner
Mélange réactionnel résiduel	Contenant compatible fermé et identifié, puis filière autorisée adaptée.	Nature, quantité, date et destination.
Contenants ou matériels souillés	Collecte séparée et filière autorisée selon les procédures du site.	Type, quantité, date et filière.

Le rejet au réseau d'eaux usées est inadapté : il peut entraîner une exposition ou une contamination, et n'est pas prévu par la consigne environnementale du sujet.

DR 1 complété : traçabilité environnementale

Traçabilité environnementale des résidus

Résidu ou matériel souillé	Collecte ou filière proposée	Information à consigner
Mélange réactionnel résiduel	Contenant fermé, identifié, filière autorisée	Nature, quantité, date, destination
Contenants ou matériels souillés	Collecte séparée, filière autorisée	Type, quantité, date, filière

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Collecter séparément et faire traiter les résidus et matériels souillés par une filière autorisée. Tracer leur nature, quantité, date et destination.

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

Bilan de l'épreuve : Cette évaluation de la compétence C4 du BUT GCGP, session 2026, code 26-BUT-GCGP-EP1, dure 3 heures et affiche un coefficient indicatif de 3,0. Elle étudie la production pilote discontinue d'éthanoate d'éthyle par estérification. Les compétences évaluées couvrent l'analyse fonctionnelle, les bilans matière, l'optimisation expérimentale, la préparation des essais et la prévention des risques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'estérification étudiée suit une stœchiométrie 1:1 entre l'acide éthanoïque, l'éthanol et chacun des produits formés.
- À conversion donnée, la quantité d'acide transformée vaut la conversion multipliée par sa quantité de matière initiale.
- L'énergie utile de chauffage s'estime par $Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T$; la résistance thermique surfacique vaut $R = e/\lambda$.
- Dans un plan factoriel 2^2, l'effet moyen d'un facteur compare la moyenne des réponses au niveau haut à celle du niveau bas.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguez quantité de matière, masse et conversion, puis indiquez les unités à chaque étape du bilan.
- Vérifiez la fermeture du bilan de masse en incluant le catalyseur dans la masse entrante.
- Associez correctement chaque essai aux niveaux bas et haut avant de calculer les effets et l'interaction.
- Ne dépassez pas 70 °C et ne concluez pas à un zonage ATEX sans évaluation des risques par l'exploitant.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment établir le bilan matière à 80 % de conversion ?

Calculez les quantités initiales avec $n = m/M$, puis multipliez la quantité d'acide par 0,80. La stœchiométrie 1:1 donne les quantités de produits formés et d'éthanol consommé. Convertissez en masses et vérifiez le bilan en ajoutant le catalyseur.

Q : Comment calculer l'effet d'un facteur et l'interaction du plan factoriel ?

Pour chaque facteur, soustrayez la moyenne au niveau bas de la moyenne au niveau haut. Pour l'interaction, appliquez la formule du sujet aux quatre réponses, après avoir associé chaque essai aux combinaisons de niveaux et vérifié les signes.

Q : Comment organiser les 3 heures et tenir compte du barème ?

Les quatre parties valent 4, 6,5, 5,5 et 4 points, soit 20 points au total. Répartissez le temps entre calculs, protocole et prévention, puis réservez quelques minutes aux unités, aux vérifications et aux documents réponse à rendre.

Q : Quelles exigences de sécurité faut-il particulièrement respecter dans ce sujet ?

Proposez des mesures concrètes contre l'inflammation, les contacts corrosifs, la surchauffe et les rejets inadaptés. Appuyez-vous sur le DT 3 et les consignes locales. Le zonage ATEX et la conformité de l'installation ne sont pas acquis.

Sujet officiel associé (PDF) : https://butgcgp.fr/assets/annales/but-gcgp/C4 - Développer et améliorer des procédés de transformation de la matière et de l'énergie par voie chimique ou biologique/2026/BUT Génie Chimique Génie des Procédés - C4 - Développer et améliorer des procédés 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.