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

Session 2026 • Code sujet : **26-BUT-GCGP-EP1** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **3, indicatif et défini selon les modalités de contrôle des connaissances et des compétences de l'établissement**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse fonctionnelle et cadre de conduite (3 questions) **Page 3**

2. Étude technologique et calculs de conduite (3 questions) **Page 5**

3. Préparation de conduite et gestion d'un fonctionnement dégradé (3 questions) **Page 7**

4. Prévention, sécurité et remise en service (3 questions) **Page 10**

5. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 12**

Sujet officiel (PDF) : https://butgcgp.fr/assets/annales/but-gcgp/C8 - Piloter une installation automatisée de transformation de la matière et de l'énergie par voie chimique ou biologique/2026/BUT Génie Chimique Génie des Procédés - C8 - Piloter une installation automatisée de transformation de la matière et de l'énergie par voie chimique ou biologique - Session 2026 - 1-Sujet.pdf

1. Analyse fonctionnelle et cadre de conduite

L'unité pilote neutralise un lot d'eaux de lavage acides dans une cuve agitée, par ajout de soude, avant transfert vers une cuve de contrôle. Le candidat analyse le fonctionnement, la boucle de régulation du pH et les conditions d'autorisation du transfert à partir du schéma et des données instrumentales.

Analyse fonctionnelle

Question 1.1. Formulez la fonction principale de l'installation et indiquez les deux conditions de procédé qui doivent être réunies avant l'autorisation de transfert du lot.

L'installation reçoit un lot aqueux acide dans la cuve R-101, l'homogénéise par agitation et le neutralise par ajout de soude avec P-101. Le lot est ensuite transféré vers une cuve de contrôle par XV-102.

- Le pH doit rester entre 6,5 et 8,5 pendant 60 s.
- La mesure doit être valide et la séquence de neutralisation terminée.

Si l'un de ces permissifs manque, XV-102 reste fermée et le transfert est interdit.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Neutraliser et homogénéiser le lot. Transférer seulement après 60 s de pH conforme, avec mesure valide et séquence terminée.

Boucle de régulation

Question 1.2. Pour la boucle de pH, identifiez la grandeur réglée, la grandeur réglante, l'actionneur et une perturbation plausible. Précisez le sens d'action attendu : lorsque le pH mesuré est inférieur à la consigne, la commande de dosage doit-elle augmenter ou diminuer ?

Élément	Identification
Grandeur réglée	pH du lot dans R-101
Grandeur réglante	Débit de solution de soude, piloté par la commande de pompe
Actionneur	Pompe doseuse P-101 commandée par l'API
Perturbation plausible	Variation de l'acidité du lot entrant

La consigne de traitement est pH 7,0. Si le pH mesuré est inférieur à cette valeur, la commande de dosage doit augmenter : l'ajout de soude accroît le pH. L'agitateur doit être confirmé en marche pour que le dosage soit autorisé.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Grandeur réglée : pH. Grandeur réglante : débit de soude. Actionneur : P-101. Perturbation : acidité du lot. Si le pH est inférieur à 7,0, augmenter le dosage.

Conversion du signal

Question 1.3. Calculez le pH correspondant à un signal de 13,6 mA. Écrivez la relation de conversion linéaire utilisée, puis indiquez si cette valeur respecte la plage de transfert du cahier des charges.

Le transmetteur est linéaire : 4 mA correspondent à pH 2 et 20 mA à pH 12. La relation de conversion est $\mathrm{pH} = 2 + \dfrac{I - 4}{20 - 4}(12 - 2)$.
Pour $I = 13{,}6\ \mathrm{mA}$, on obtient $\mathrm{pH} = 2 + \dfrac{13{,}6 - 4}{16} \times 10 = 8{,}0$. Cette mesure se trouve dans la plage de transfert de 6,5 à 8,5. Le transfert reste soumis à la stabilité pendant 60 s, à la validité de la mesure et à la fin de la séquence.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> À 13,6 mA, le pH vaut 8,0 : il appartient à la plage de transfert de 6,5 à 8,5.

2. Étude technologique et calculs de conduite

Le lot aqueux à traiter a un volume de 1,20 m³ et une acidité titrable connue; la soude utilisée est une solution à 20 % massique. Les calculs portent sur la dose et le coût du réactif, le temps de dosage et un bilan thermique simplifié incluant les pertes par l'isolant.

Dose de neutralisant

Question 2.1. À partir de la quantité d'équivalents acides, appliquez la majoration opératoire de 10 % à la quantité théorique de NaOH pur. Calculez la masse de solution de NaOH à 20 % à doser, puis son volume à partir de la masse volumique fournie. Utilisez les relations de bilan massique adaptées.

La stœchiométrie donne une masse théorique de NaOH pur de 0,080 × 40,0 = 3,20 kg. La majoration opératoire de 10 % porte sur cette masse, soit 3,52 kg de NaOH pur. La fraction massique permet ensuite de déterminer la masse totale de solution, puis la masse volumique donne son volume. La conversion de m³ en litres est indiquée pour obtenir une valeur directement exploitable pour le dosage.

Grandeur	Calcul	Résultat
Solution de NaOH à 20 %	3,52 / 0,200	17,6 kg
Volume de solution	17,6 / 1 220	0,0144 m³, soit 14,4 L

✓ RÉPONSE À RETENIR

Dose : 3,52 kg de NaOH pur, soit 17,6 kg (14,4 L) de solution à 20 %.

Durée et coût du dosage

Question 2.2. À débit nominal constant, calculez la durée de fonctionnement de la pompe doseuse pour délivrer le volume déterminé à la question 2.1, puis le coût de la solution consommée pour un lot. Donnez les résultats en minutes et en euros, avec les unités intermédiaires utiles.

La masse de solution calculée à la question précédente est convertie en volume à l'aide de sa masse volumique : 17,6 / 1 220 = 0,01443 m³, soit 14,43 L. À débit nominal constant de 12,0 L/min, la durée de dosage est le volume divisé par le débit. Le coût se calcule sur la masse totale de solution consommée, et non sur la seule masse de NaOH pur, car le tarif est exprimé par kilogramme de solution.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour un lot : 14,4 L délivrés en 1,20 min (environ 72 s), pour un coût de 8,45 €.

Bilan thermique

Question 2.3. Calculez la résistance thermique surfacique de l'isolant selon R = e/λ et estimez la puissance thermique perdue selon Q̇ = AΔT/R. Calculez ensuite l'énergie théorique nécessaire pour chauffer le lot de 20 °C à 35 °C, puis l'énergie fournie en tenant compte du rendement de 0,85. Présentez les deux énergies en kWh.

La résistance surfacique vaut e/λ. Elle permet d'estimer la perte de puissance avec le modèle simplifié demandé. Pour le chauffage, la masse du lot est 1,20 × 1 000 = 1 200 kg et l'écart de température vaut 35 − 20 = 15 K. L'énergie théorique est convertie de kJ en kWh, puis corrigée par le rendement de 0,85. La perte de 96 W est une puissance instantanée et n'est pas ajoutée à l'énergie, faute de durée de chauffage fournie.

Grandeur	Calcul	Résultat
Résistance surfacique	0,050 / 0,040	1,25 m²·K/W
Puissance perdue	8,0 × 15 / 1,25	96 W
Énergie théorique	1 200 × 4,18 × 15 / 3 600	20,9 kWh
Énergie fournie	20,9 / 0,85	24,6 kWh

✓ RÉPONSE À RETENIR

R = 1,25 m²·K/W ; perte thermique = 96 W ; énergie théorique = 20,9 kWh ; énergie fournie = 24,6 kWh.

3. Préparation de conduite et gestion d’un fonctionnement dégradé

La conduite automatique de la cuve R-101 suit une séquence avec permissifs, seuils de pH et temporisation de stabilité avant transfert. Le relevé de supervision montre une hausse du pH alors que la commande de pompe est à 0 %, malgré un débit de soude observé, ce qui appelle un diagnostic, une mise en sécurité et une transmission à la maintenance.

Séquence de conduite

Question 3.1. Complétez le document réponse DR 1 pour chaque étape S0 à S4 en indiquant une condition de passage ou de maintien cohérente avec les données du sujet et une action de mise en sécurité en cas de défaut pertinent. La séquence doit empêcher tout transfert si le pH est hors de l’intervalle spécifié.

Étape	Condition de passage	Action en cas de défaut
S0	Ordre de départ et permissifs validés.	Maintenir l’installation au repos et XV-102 fermée.
S1	Volume de lot atteint et mesure de niveau valide.	Arrêter le remplissage; interdire dosage et transfert.
S2	Dose arrêtée et pH ≤ 8,5; mesure valide et agitation confirmée.	Arrêter le dosage et interdire le transfert.
S3	pH entre 6,5 et 8,5 pendant 60 s, mesure valide.	Maintenir XV-102 fermée; réinitialiser la temporisation si le pH sort de la plage.
S4	Transfert terminé ou ordre d’arrêt.	Arrêter le transfert et fermer XV-102.

Le dosage n’est permis qu’avec une mesure de pH valide et l’agitateur en marche confirmée. Un défaut de mesure ou un arrêt d’urgence arrête la demande de dosage et interdit le transfert. La vanne reste fermée hors autorisation. Tracer l’alarme et l’intervention.

DR 1 complété : séquence de conduite

Étape	Action principale	Condition de passage à l’étape suivante	Action en cas de défaut
S0 : attente	Installation au repos, transfert fermé	Départ + permissifs OK	Repos; XV fermée
S1 : remplissage	Remplir jusqu’au volume de lot requis	Volume atteint; niveau valide	Stop remplissage
S2 : neutralisation	Agiter et doser la soude sous régulation de pH	Dose arrêtée; pH ≤ 8,5	Stop dosage; transfert interdit
S3 : homogénéisation	Maintenir l’agitation et vérifier la stabilité du pH	pH 6,5-8,5; valide; 60 s	XV fermée; reprendre le délai si dérive
S4 : transfert	Autoriser l’ouverture de XV-102 si les permissifs sont présents	Transfert fini ou arrêt	Arrêter; fermer XV-102

✓ RÉPONSE À RETENIR

Transfert seulement après fin de séquence, mesure valide et pH entre 6,5 et 8,5 pendant 60 s; sinon XV-102 reste fermée.

Diagnostic du dépassement de pH

Question 3.2. À partir du relevé de supervision, identifiez la dérive et son risque, proposez deux causes techniques plausibles en distinguant une défaillance de mesure d'une défaillance de l'organe de dosage ou de son circuit, puis indiquez les vérifications opérateur possibles sans neutraliser les interverrouillages. Complétez le document réponse DR 2.

Le pH passe de 7,2 à 8,7 puis 9,1. À 8,7, l'alarme haut-haut est active; pourtant, avec une commande de pompe à 0 %, un débit de soude de 2,0 L/min est encore observé. Le lot présente donc un risque de surdosage et ne peut pas être transféré.

- **Mesure :** dérive, électrode encrassée ou défaut d'étalonnage de AIT-101. Comparer avec une mesure indépendante validée et contrôler le signal, son diagnostic et les alarmes, sans inhiber l'interverrouillage.
- **Dosage :** écoulement résiduel, siphonnage, défaut de clapet ou de pompe. Vérifier à distance l'état de P-101 et le débit observé. Toute inspection du circuit exige arrêt, consignation et dépressurisation.

Maintenir le lot, le dosage arrêté et XV-102 fermée; tracer l'incident. Avant reprise, faire corriger la cause, valider la mesure et confirmer l'absence de débit résiduel.

DR 2 complété : diagnostic du dépassement de pH

Élément à renseigner	Réponse du candidat
Dérive observée et risque associé	pH 7,2 → 8,7 → 9,1; risque de surdosage
Cause plausible liée à la mesure	AIT-101 : dérive ou électrode encrassée
Vérification de la chaîne de mesure sans neutraliser les protections	Comparer à une mesure validée; vérifier signal
Cause plausible liée au dosage ou au circuit hydraulique	P-101/circuit : débit résiduel ou siphonnage
Vérification de P-101 et du circuit de dosage en sécurité	Vérifier à distance; intervention consignée
Mesure immédiate de conduite et condition avant reprise	Maintenir arrêt; reprise après contrôles validés

✓ RÉPONSE À RETENIR

Surdosage suspecté : pH 9,1 à 0 % de commande, avec 2,0 L/min observés. Maintenir le lot et interdire le transfert jusqu'aux contrôles.

Transmission à la maintenance

Question 3.3. Rédigez une transmission courte à l'équipe de maintenance mentionnant au minimum l'équipement concerné, les valeurs observées, l'état de la commande, le risque procédé, les actions déjà engagées et la condition à vérifier avant remise en service.

Transmission à la maintenance : l'incident concerne R-101, AIT-101 et P-101. À 10 h 14, le pH est de 7,2, la commande de P-101 de 45 % et le débit observé de 11,5 L/min. À 10 h 16, pH 8,7; à 10 h 17, pH 9,1, commande à 0 % mais débit toujours de 2,0 L/min. L'alarme haut-haut est active puis maintenue.

Le risque est un surdosage avec pH hors spécification; le transfert doit rester interdit. L’interverrouillage arrête la demande de dosage. Maintenir le lot et tracer l’incident; demander la vérification du circuit et de la mesure. Reprise seulement après validation du pH et confirmation de l’absence de débit résiduel.

✓ RÉPONSE À RETENIR

À 10 h 17, R-101 : pH 9,1, alarme haut-haut maintenue; P-101 à 0 %, débit 2,0 L/min. Transfert interdit, lot retenu. Reprise après mesure validée et débit nul.

4. Prévention, sécurité et remise en service

La solution de soude à 20 % est corrosive et l'installation dispose d'un arrêt d'urgence, d'une rétention et d'un rinçage d'urgence. Toute intervention sur la pompe doseuse ou ses conduites exige la consignation des énergies, la dépressurisation et la vérification de l'absence d'énergie avant ouverture.

Fuite de soude

Question 4.1. Pour une fuite de solution de soude à proximité de P-101, ordonnez les premières actions à effectuer afin de protéger les personnes et de limiter l'aggravation de l'incident. Précisez les équipements de protection nécessaires avant toute action d'intervention sur la fuite.

1. Donner l'alerte et éloigner les personnes de la zone. À distance et sans s'exposer, arrêter le dosage; utiliser l'arrêt d'urgence si nécessaire.
2. Limiter la propagation de la fuite en s'appuyant sur la rétention, sans toucher au produit ni intervenir sans autorisation et protection adaptées.
3. Avant toute intervention autorisée, porter des lunettes étanches, un écran facial adapté, des gants compatibles avec la soude, un vêtement de protection et des chaussures de sécurité. En cas de projection, utiliser immédiatement le rinçage d'urgence et appliquer la procédure interne d'alerte et de prise en charge.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Alerter et éloigner, arrêter le dosage sans s'exposer, contenir la fuite. Intervention avec EPI adaptés; projection : rinçage d'urgence immédiat et alerte.

Consignation avant démontage

Question 4.2. Indiquez les énergies et dangers à maîtriser avant l'ouverture de la pompe ou d'une conduite, puis donnez les étapes essentielles de consignation et de vérification avant démontage.

Maîtriser les énergies électrique et mécanique, le risque de redémarrage, la pression résiduelle et l'écoulement ou le retour de soude corrosive.

1. Arrêter la pompe et isoler les alimentations d'énergie ainsi que les arrivées de produit selon la procédure du site.
2. Consigner et identifier les isolements pour prévenir toute remise en service.
3. Dépressuriser et vidanger le tronçon de manière maîtrisée.
4. Vérifier l'absence d'énergie et de pression avant toute ouverture; identifier l'intervention et ne démonter qu'après validation des contrôles.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Arrêt, isolement et consignation identifiée; dépressurisation, puis vérification de l'absence d'énergie et de pression avant ouverture.

Conditions de redémarrage

Question 4.3. Énoncez les conditions minimales à vérifier et à faire valider avant le redémarrage après l'incident de surdosage : état du circuit de dosage, fiabilité de la mesure, disponibilité des protections et autorisation de reprise.

Avant la reprise, faire valider et tracer les contrôles suivants :

- P-101 et son circuit sont réparés, étanches et ne présentent aucun écoulement lorsque la commande est à 0 %.
- La chaîne AIT-101 est vérifiée et fournit une mesure valide et fiable.
- L'arrêt d'urgence, l'interverrouillage pH haut-haut et la fermeture de XV-102 hors autorisation sont disponibles et vérifiés selon la procédure.
- La reprise est autorisée par le responsable compétent. Le transfert reste interdit tant que le pH n'est pas compris entre 6,5 et 8,5 pendant 60 s, que la mesure n'est pas valide ou que la séquence n'est pas terminée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Reprise autorisée après validation du circuit, de la mesure et des protections; transfert seulement après pH conforme pendant 60 s, mesure valide et séquence terminée.

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

Bilan de l'épreuve : Cette évaluation de compétence C4 « Piloter » du BUT GCGP, session 2026, porte le code 26-BUT-GCGP-EP1. D'une durée de 3 heures, elle est assortie d'un coefficient indicatif de 3 défini selon les modalités de l'établissement. Elle étudie une unité pilote de neutralisation d'eaux acides et évalue l'analyse de régulation, les calculs de conduite, la gestion des dérives, la communication technique et la prévention des risques.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour convertir un signal linéaire, interpoler entre les bornes 4-20 mA et l'étendue pH 2-12.
- La masse de NaOH pur se calcule à partir des équivalents acides et de la masse molaire; la fraction massique donne ensuite la masse de solution.
- Le bilan thermique simplifié utilise $R = e/\lambda$, $\dot{Q} = A\Delta T/R$ et l'énergie sensible $m \cdot c \cdot \Delta T$, corrigée du rendement.
- Le transfert exige une mesure valide, un pH entre 6,5 et 8,5 pendant 60 s et une séquence de lot terminée.

Points de vigilance & attentes du jury

- Présenter les unités à chaque étape et convertir les volumes en unités compatibles avec la masse volumique.
- Distinguer une commande de pompe à 0 % de la preuve d'absence réelle d'écoulement hydraulique.
- Ne pas autoriser le transfert si le pH est hors plage, si la mesure est invalide ou si un interverrouillage est actif.
- Avant toute ouverture, isoler et consigner les énergies, dépressuriser et vérifier l'absence d'énergie.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment convertir le signal 4-20 mA en pH ?

Utilisez une interpolation linéaire entre 4 mA, correspondant au pH 2, et 20 mA, correspondant au pH 12. La fraction du signal au-dessus de 4 mA représente la même fraction de l'étendue de pH au-dessus de 2.

Q : Comment déterminer la quantité de solution de soude à doser ?

Calculez la masse théorique de NaOH pur à partir des équivalents acides et de la masse molaire, puis appliquez la majoration de 10 %. Divisez par la fraction massique pour obtenir la masse de solution, puis utilisez sa masse volumique pour calculer le volume.

Q : Comment organiser les trois heures de l'épreuve ?

L'épreuve dure trois heures et répartit 20 points entre quatre parties de 4, 6, 6 et 4 points. Prévoyez du temps pour les calculs avec unités, les documents réponses DR 1 et DR 2, puis vérifiez les conditions de sécurité et de transfert.

Q : Quelles conditions doivent être respectées pour obtenir l'autorisation de transfert ?

Le pH mesuré doit rester entre 6,5 et 8,5 pendant 60 secondes, la mesure doit être valide et la séquence de neutralisation terminée. En cas de défaut de mesure ou d'arrêt d'urgence, le dosage s'arrête et le transfert reste interdit.

Sujet officiel associé (PDF) : https://butgcgp.fr/assets/annales/but-gcgp/C8 - Piloter une installation automatisée de transformation de la matière et de l'énergie par voie chimique ou biologique/2026/BUT Génie Chimique Génie des Procédés - C8 - Piloter une installation automatisée 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.