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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro PCEPC, veuillez visiter :
bacpropcepc.fr/annales-sujets-et-corriges

BAC PRO PCEPC • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Baccalauréat professionnel Procédés de la chimie, de l'eau et des papiers-cartons

Session 2024 • Code sujet : **2406-PCE T 21 1** • Durée : **4 heures** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Compréhension du procédé de fabrication de la bière** (5 questions) — **Page 3**
2. **Préparation de la production de la bière de saison** (6 questions) — **Page 5**
3. **Étude du refroidissement du moût brassé et de sa régulation** (11 questions) — **Page 9**
4. **Étude de l'étape de fermentation** (10 questions) — **Page 15**
5. **Contrôle du produit fini** (5 questions) — **Page 19**
6. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 22**

Sujet officiel (PDF) : https://bacpropcepc.fr/assets/annales/bac-pro-pcepc/E2 - Étude d'un procédé/2024/Bac Pro PCEPC - E2 - Étude d'un procédé - Session 2024 - 1-Sujet.pdf

1. Compréhension du procédé de fabrication de la bière

Dans l'entreprise BierOman, l'opérateur doit rappeler les notions communes à la fabrication de la bière avant d'étudier les adaptations pour une bière de saison. Les questions portent sur les ingrédients, les rôles du houblon, la fermentation et le schéma général du procédé.

Question 1.1. Citer les quatre ingrédients nécessaires pour produire de la bière.

La bière est fabriquée à partir de quatre ingrédients : une céréale maltée, généralement l'orge, de l'eau, du houblon et des levures. Le malt apporte notamment les sucres fermentescibles, que les levures transformeront au cours de la fermentation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Malt, eau, houblon et levures.

Question 1.2. Citer trois rôles du houblon.

Le houblon équilibre le goût sucré du malt par son amertume. Il apporte aussi des arômes à la bière et contribue à sa conservation grâce à ses propriétés antiseptiques.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Amertume, arômes et conservation.

Question 1.3. Définir la fermentation alcoolique et citer les micro-organismes capables de la réaliser.

La fermentation alcoolique est la transformation des sucres fermentescibles en éthanol et en dioxyde de carbone par des micro-organismes. Elle est réalisée principalement par des levures, notamment des espèces du genre *Saccharomyces*.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les levures transforment les sucres en éthanol et en dioxyde de carbone.

Question 1.4. Renseigner le tableau en comparant la fermentation basse et la fermentation haute pour le goût ou l'arôme, les degrés d'alcool, la température et la durée de fermentation.

Les valeurs varient selon la recette et la souche de levure ; les plages ci-dessous sont indicatives. La fermentation basse est plus fraîche et généralement plus longue. La fermentation haute se déroule à température plus élevée et produit souvent des arômes plus fruités.

Critère	Fermentation basse	Fermentation haute
Goût/arôme	Plutôt doux, arômes discrets	Souvent plus fruité
Degrés d'alcool	Environ 4 à 5°	Environ 5 à 6°
Température	Environ 5 à 10 °C	Environ 15 à 25 °C
Durée	Environ 2 à 3 semaines	Environ 3 à 8 jours

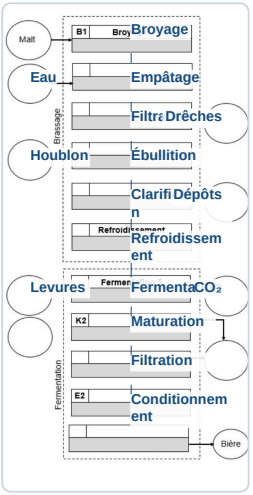
✓ RÉPONSE À RETENIR

Basse : fraîche et longue. Haute : plus chaude, plus courte et souvent plus fruitée.

Question 1.5. Compléter le schéma de principe de fabrication de la bière à l'aide des documents ressources. Ne pas compléter les parties grisées et tracer par des flèches les liens entre les entrées et les sorties des étapes.

Le malt est broyé, puis brassé avec de l'eau. Après filtration, le moût est porté à ébullition avec le houblon, clarifié puis refroidi. Les drêches et les dépôts sont évacués aux étapes correspondantes. Le moût refroidi fermente avec les levures ; la fermentation produit notamment du CO_2. La bière passe ensuite par maturation, filtration et conditionnement.

Schéma de fabrication complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Malt → broyage → empâtage → filtration → ébullition avec houblon → clarification → refroidissement → fermentation → maturation → filtration → conditionnement.

2. Préparation de la production de la bière de saison

Pour le brassin BLB-189, l'opérateur prépare une semaine de production de bière de saison, du 10 au 14 juin 2024. Il doit traiter le nettoyage de l'installation, vérifier le volume hebdomadaire et calculer puis consigner les quantités de matières premières.

Question 2.1. À l'aide des documents ressources, citer le produit utilisé pour la phase de lavage alcalin et donner la signification du pictogramme de sécurité associé.

Le lavage alcalin est réalisé avec de la soude (hydroxyde de sodium). Son pictogramme signale un produit **corrosif**, pouvant provoquer de graves brûlures et des lésions oculaires.

Réponse 2.1

1 point

Soude (hydroxyde de sodium)

Pictogramme : corrosif

✓ RÉPONSE À RETENIR

Soude (hydroxyde de sodium) : produit corrosif.

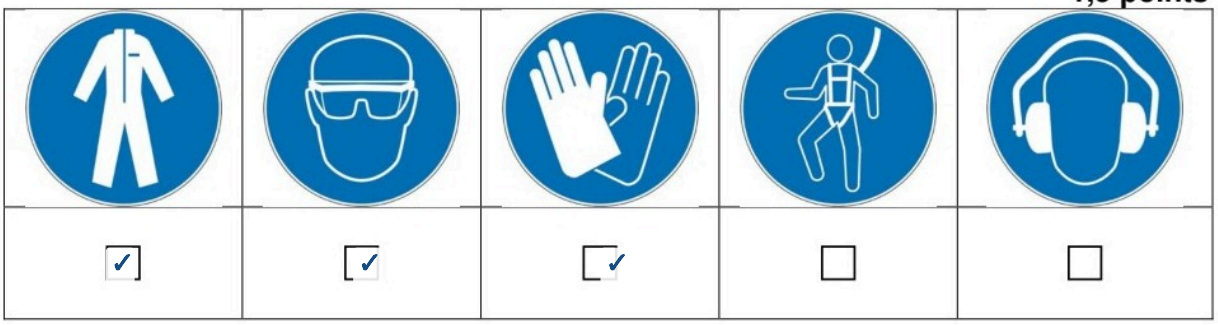
Question 2.2. Cocher les pictogrammes correspondant aux équipements de protection individuelle nécessaires pour réaliser la phase de nettoyage.

Le produit de lavage étant corrosif, porter une tenue de protection, des lunettes de protection et des gants. Les autres pictogrammes représentent le harnais et les protections auditives.

EPI à cocher

Individuelle) nécessaires à porter pour réaliser la phase de nettoyage.

1,5 points



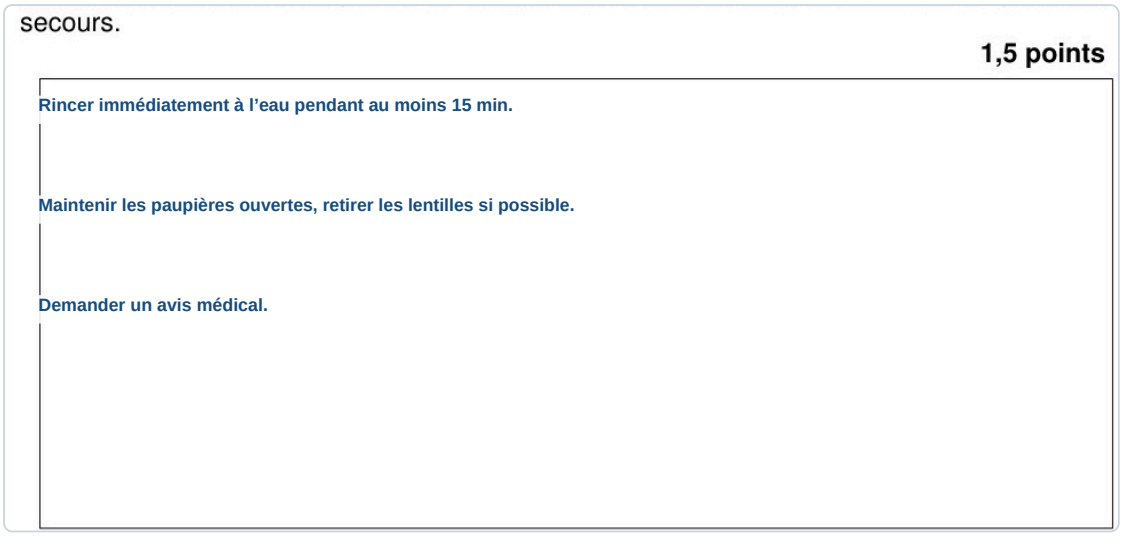
✓ RÉPONSE À RETENIR

Cocher : tenue de protection, lunettes et gants.

Question 2.3. En cas de contact du produit de lavage avec les yeux, citer les mesures de premiers secours.

Rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau pendant au moins 15 minutes, en maintenant les paupières ouvertes. Retirer les lentilles si elles s'enlèvent facilement, puis demander rapidement un avis médical.

Premiers secours : projection dans les yeux



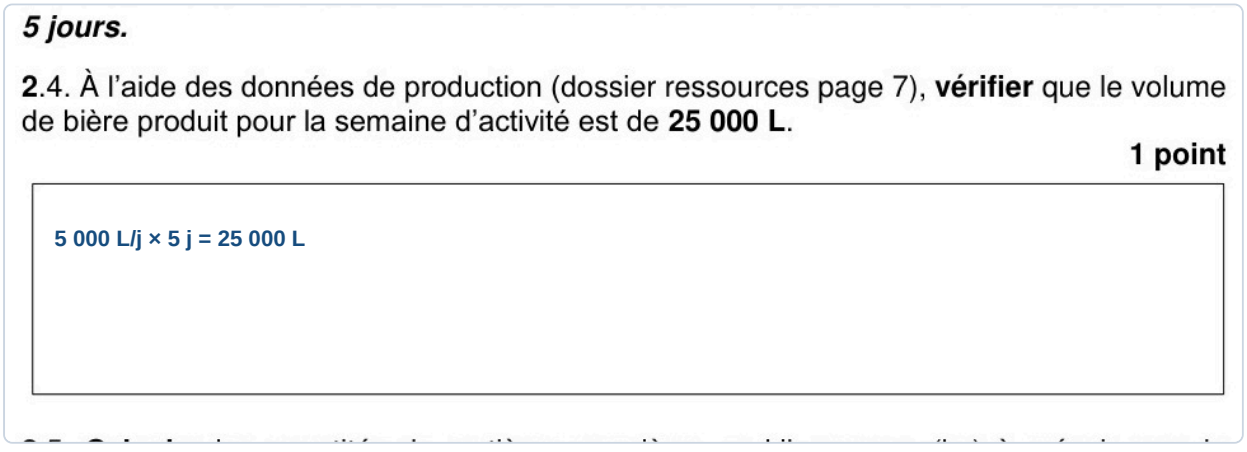
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rinçage immédiat à l'eau pendant au moins 15 minutes, puis avis médical.

Question 2.4. À l'aide des données de production du dossier ressources, vérifier que le volume de bière produit pour la semaine d'activité de cinq jours est de 25 000 L.

La production est de 5 000 L par jour. Sur cinq jours : 5 000 × 5 = 25 000 L. Le volume hebdomadaire demandé est bien vérifié.

Vérification du volume hebdomadaire



✓ RÉPONSE À RETENIR

25 000 L en cinq jours : vérification conforme.

Question 2.5. **Calculer, en kilogrammes, les quantités de matières premières à prévoir pour la semaine d'activité et détailler les calculs pour chaque matière première.**

Pour 25 000 L de production, appliquer les dosages prévus : orge malté, 25 000 × 0,25 = 6 250 kg ; eau d'empâtage, 25 000 × 2 = 50 000 kg ; houblon saison, 25 000 × 0,001 = 25 kg.

Calculs des matières premières

2.5. **Calculer** les quantités de matières premières en kilogramme (kg) à prévoir pour la semaine d'activité. **Détailler** les calculs pour chaque matière première. **2 points**

Orge : 25 000 × 0,25 = 6 250 kg

Eau : 25 000 × 2 = 50 000 kg

Houblon : 25 000 × 0,001 = 25 kg

2.6. **Reporter** les résultats dans le tableau de préparation de la production

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Orge malté : 6 250 kg ; eau d'empâtage : 50 000 kg ; houblon saison : 25 kg.

Question 2.6. **Reporter dans le tableau de préparation les informations de date et de numéro de lot, ainsi que les quantités d'orge malté, d'eau d'empâtage et de houblon saison à peser.**

Reporter la période et le numéro de lot, puis inscrire les quantités hebdomadaires calculées dans les cases correspondantes.

Information	À reporter
Date	10/06/2024 au 14/06/2024
Numéro de lot	BLB-189
Orge malté	6 250 kg
Eau d'empâtage	50 000 kg
Houblon saison	25 kg

Tableau de préparation complété

2,5 point

Tableau de préparation des matières premières	Période de préparation
10/06/2024 au 14/06/2024	BLB-189
Date :	Numéro de lot :
Matières premières à peser	
Orge malté en kg	6 250 kg
Eau d'empâtage en kg	50 000 kg
Houblon saison en kg	25 kg

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

BLB-189, du 10 au 14/06/2024 : 6 250 kg d'orge, 50 000 kg d'eau et 25 kg de houblon.

3. Étude du refroidissement du moût brassé et de sa régulation

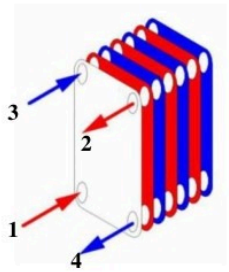
Le moût brassé est refroidi dans l'échangeur à plaques E1 pour atteindre les conditions adaptées à la fermentation. L'étude porte sur les échanges thermiques, la régulation de température TC01 et la mise en sécurité de l'installation après une fuite de vanne.

Question 3.1. Compléter le schéma de l'échangeur à plaques en indiquant les fluides chaud et froid, les températures des courants et les débits volumiques connus ou inconnus.

Sur le schéma, les courants 1 et 2 correspondent au moût chaud : le courant 1 entre dans l'échangeur et le courant 2 en sort. Les courants 3 et 4 correspondent à l'eau froide : le courant 3 entre et le courant 4 sort. Reporter les températures d'entrée et de sortie indiquées dans l'énoncé dans les colonnes correspondantes. Le débit volumique du moût est connu, tandis que celui de l'eau de refroidissement reste à déterminer pour cette première analyse.

Échangeur E1 complété

3,5 points

Schéma d'un échangeur à plaques	Courant 1	Courant 2	Courant 3	Courant 4
	Fluide chaud : Moût chaud		Fluide froid : Eau froide	
	T en °C : 50 °C	T en °C : 6 °C	T en °C : 2 °C	T en °C : 20 °C
	Débit volumique : 625 L/h		Débit volumique : Inconnu	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Courants 1 et 2 : moût, 50 °C à l'entrée et 6 °C à la sortie, 625 L/h. Courants 3 et 4 : eau, 2 °C à l'entrée et 20 °C à la sortie, débit inconnu.

Question 3.2. Calculer, en kJ/h, le flux de chaleur libéré par le moût lors de son refroidissement.

Le débit massique du moût est obtenu à partir de son débit volumique et de sa masse volumique : 625 × 1,07 = 668,75 kg/h. Il est refroidi de 50 °C à 6 °C, soit un écart de 44 °C. Le flux thermique libéré se calcule avec la relation débit massique × capacité thermique massique × écart de température. On utilise ici la capacité thermique du moût donnée dans le tableau, soit 3,7 kJ/(kg·°C).

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le moût libère un flux thermique de 108 872,5 kJ/h.

Question 3.3. En supposant qu'il n'y a aucune perte thermique et que le rendement de l'échange thermique est de 100 %, calculer le débit d'eau de process nécessaire en kg/h.

En l'absence de pertes, le flux reçu par l'eau est égal au flux libéré par le moût, calculé à la question précédente. L'eau se réchauffe de 2 °C à 20 °C, soit un écart de 18 °C. Son débit massique se détermine en divisant le flux thermique par le produit de sa capacité thermique massique et de cet écart : le résultat est exprimé en kg/h. La masse volumique de l'eau n'intervient pas, car la question demande directement un débit massique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le débit massique d'eau de process nécessaire est d'environ 1 447 kg/h.

Question 3.4. Pour un moût entrant dans l'échangeur à 59 °C et un débit d'eau de process de 1 450 kg/h, calculer la température du moût en sortie de l'échangeur à plaques.

Le débit massique du moût vaut 625 × 1,07 = 668,75 kg/h. En conservant les températures d'eau données pour l'échangeur, l'eau entre à 2 °C et sort à 20 °C. Elle reçoit donc 1 450 × 4,18 × (20 − 2) kJ/h. Le bilan thermique égalise cette chaleur à celle perdue par le moût, dont l'entrée est à 59 °C. On en déduit la baisse de température, puis la température de sortie du moût.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La température calculée du moût à la sortie de l'échangeur est d'environ 14,91 °C.

Question 3.5. Parmi les paramètres proposés, indiquer par une croix ceux qui permettent de rétablir à 6 °C la température de sortie du moût.

Pour ramener la température de sortie à 6 °C, il faut renforcer le refroidissement du moût dans l'échangeur. Il est possible d'agir sur le débit des fluides et sur la surface d'échange :

- Diminuer le débit du moût : le refroidissement par unité de masse est renforcé.
- Augmenter le débit d'eau : davantage d'eau de refroidissement circule.
- Augmenter le nombre de plaques : la surface d'échange augmente.

Les actions inverses réduiraient la capacité de refroidissement et ne sont donc pas à cocher.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Cocher : diminuer le débit du moût, augmenter le débit d'eau de refroidissement et augmenter le nombre de plaques.

Question 3.6. Préciser la grandeur réglée par la boucle de régulation de température TC01.

La grandeur réglée est la variable que la boucle mesure et cherche à maintenir à la valeur de consigne. Le texte précise que TC01 doit réguler la température de sortie du moût à 6 °C. C'est donc cette température, mesurée en aval de l'échangeur, qui constitue la grandeur réglée. La température d'entrée du moût peut perturber le procédé, mais elle n'est pas la variable régulée par cette boucle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Grandeur réglée : température du moût à la sortie de l'échangeur, avec une consigne de 6 °C.

Question 3.7. Préciser la grandeur réglante de la boucle de régulation TC01.

La grandeur réglante est la variable du procédé sur laquelle le régulateur agit pour corriger l'écart entre la mesure et la consigne. Le sujet indique que TC01 agit sur le débit d'eau de refroidissement. Ce débit augmente ou diminue selon le besoin de refroidissement du moût. La vanne TV01 est l'organe de réglage qui permet de modifier ce débit, mais son ouverture est l'action de commande, et non la grandeur réglante demandée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Grandeur réglante : débit d'eau de refroidissement dans l'échangeur.

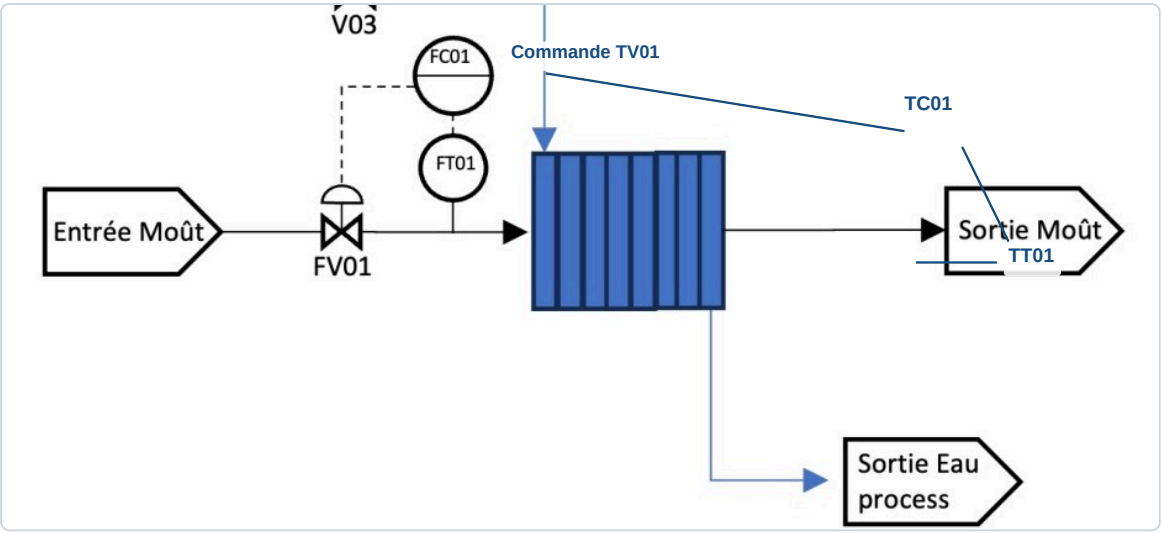
Question 3.8. Compléter le schéma proposé en y faisant apparaître les éléments de la boucle de régulation TC01.

La boucle TC01 doit mesurer la température du moût après l'échangeur, la comparer à la consigne de 6 °C, puis commander la vanne TV01 afin d'ajuster le débit d'eau de refroidissement. Compléter le schéma en respectant cette chaîne de régulation :

1. Placer le capteur-transmetteur TT01 sur la conduite de sortie du moût.
2. Relier le signal de mesure de TT01 à l'entrée du régulateur TC01.
3. Relier la sortie de commande de TC01 à l'actionneur de la vanne pneumatique TV01.

Les éléments FC01, FT01 et FV01 concernent la régulation du débit de moût déjà représentée.

Boucle TC01 complétée



✓ RÉPONSE À RETENIR

TT01 mesure la température en sortie du moût et transmet la mesure à TC01, qui commande la vanne TV01.

Question 3.9. Pour une augmentation soudaine de la température de sortie du moût, compléter le tableau de variation de TC01 en indiquant l'évolution de la consigne, de la grandeur réglée, de la grandeur réglante et de l'ouverture de la vanne de régulation.

La consigne de TC01 reste fixée à 6 °C. Lorsque la température mesurée du moût en sortie augmente, la grandeur réglée augmente momentanément au-dessus de la consigne. Le régulateur réagit en demandant davantage de refroidissement : le débit d'eau augmente et la vanne s'ouvre davantage. Cette action tend à faire baisser de nouveau la température du moût.

Consigne	Grandeur réglée	Grandeur réglante	Ouverture de la vanne
=	↑	↑	↑

Tableau de variation TC01 complété

ou un = si les grandeurs restent constantes.

Perturbation	Consigne du régulateur TC01	Que fait la grandeur réglée ?	Que fait la grandeur réglante ?	Que fait l'ouverture de la vanne de régulation ?
La température du moût en sortie augmente	**6 °C** **=**	↑	↑	↑

✓ RÉPONSE À RETENIR

Consigne : = ; température réglée : ↑ ; débit d'eau réglant : ↑ ; ouverture de TV01 : ↑.

Question 3.10. À l'aide du schéma de l'installation, citer les actions à effectuer pour la mettre en sécurité après avoir constaté une fuite importante sur le corps de la vanne pneumatique TV01, puis poursuivre la production.

La fuite concerne le corps de la vanne TV01 sur la ligne d'eau de process. Pour isoler la vanne tout en maintenant une voie d'alimentation de l'échangeur, appliquer la configuration prévue sur le schéma :

1. Prévenir le responsable et sécuriser la zone autour de la fuite.
2. Fermer les vannes d'isolement V01 et V02, puis ouvrir le bypass V03.
3. Vérifier que le fonctionnement reste sûr et surveiller la production par la voie de dérivation.
4. Signaler l'incident et demander l'intervention de la maintenance avant toute remise en service de TV01.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Isoler TV01 en fermant V01 et V02, ouvrir le bypass V03, sécuriser et signaler la fuite, puis faire intervenir la maintenance.

Question 3.11. À la suite de l'incident, remplir la demande d'intervention destinée au service maintenance en précisant l'appareillage, le matériel, la référence, le constat de défaillance, les dangers et les actions préventives pertinentes.

Dans la demande, indiquer l'atelier de brasserie, l'échangeur de refroidissement du moût, la vanne pneumatique TV01 et sa référence V290-016. Décrire une fuite importante au niveau du corps de vanne. Le circuit d'eau de process étant sous pression, cocher le danger « appareil sous pression ». Les actions préventives pertinentes pour l'intervention sont :

- condamnation des vannes ;
- vidange et purge de l'installation ;
- contrôle de l'absence de pression ;
- signalisation de la zone.

Le lavage et la condamnation électrique ne sont pas requis par le constat décrit.

Demande d'intervention complétée

2 points

DEMANDE D'INTERVENTION

Nom du demandeur : *Opérateur X*

Parc / Atelier	Appareillage	Matériel	Référence
Brasserie	Échangeur de refroidissement	TV01	V290-016

Constat de défaillance :

Fuite importante au corps de la vanne pneumatique TV01.

Analyse du danger :

Travail en hauteur ☐ Électrique ☐

Appareil sous pression ☐ Appareil sous vide ☐ Brûlures thermiques ☐

☒ Appareil sous pression

Produit toxique ☐ Produit corrosif ☐ Produit inflammable ☐

Actions préventives :

Vidange, purge de l'installation ☐ Condamnation de vannes ☐ Lavage de l'installation ☐

☒ Vidange, purge ☒ Condamnation vannes ☒ Contrôle pression ☒ Signalisation

Contrôle de l'absence de pression ☐ Signalisation ☐ Condamnation électrique ☐

✓ RÉPONSE À RETENIR

Atelier brasserie, échangeur de refroidissement du moût, TV01, référence V290-016 ; fuite du corps, appareil sous pression ; isoler, purger, contrôler l’absence de pression et signaliser.

4. Étude de l'étape de fermentation

Pour la fabrication de bière de saison, l'opérateur estime le CO_2 produit par la fermentation afin d'envisager sa réutilisation pour la regazéification. Il évalue aussi le risque d'une fuite de CO_2 dans le local et suit la fermentation à partir des mesures journalières de densité.

Question 4.1. À l'aide des documents ressources, nommer le réactif et les deux produits de la fermentation alcoolique représentée par l'équation chimique fournie.

Le glucose est le réactif consommé. La fermentation produit de l'éthanol et du dioxyde de carbone.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C_6H_{12}O_6$: glucose ; C_2H_6O : éthanol ; CO_2 : dioxyde de carbone.

Question 4.2. Sachant que l'orge malté contient 61 % de glucose, calculer la masse de glucose, en kg, contenue dans 6 250 kg d'orge malté.

La masse de glucose vaut 61 % de la masse d'orge malté : $6\,250 \times 0{,}61 = 3\,812{,}5$ kg.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 3 812,5 kg de glucose.

Question 4.3. Compléter le tableau de la réaction de fermentation alcoolique en déterminant les quantités de matière et les masses initiales et finales, en considérant la réaction comme totale.

Le tableau impose une masse initiale de glucose de 3 800 kg. La réaction étant totale, cette quantité est entièrement consommée. Selon l'équation, deux moles d'éthanol et deux moles de CO_2 sont produites par mole de glucose.

Grandeur	$C_6H_{12}O_6$	C_2H_6O	CO_2
Masse molaire (kg/kmol)	180	46	44
Masse initiale (kg)	3 800	0	0
Moles initiales (kmol)	21,11	0	0
Moles finales (kmol)	0	42,22	42,22
Masse finale (kg)	0	1 942,2	1 857,8

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Éthanol formé : 1 942,2 kg ; CO_2 formé : 1 857,8 kg.

Question 4.4. Sachant que 1 600 kg de CO_2 sont nécessaires au minimum pour gazéifier 50 000 L de bière, conclure sur la masse de CO_2 générée lors de la fabrication de la bière de saison.

Pour 25 000 L, le besoin minimal de CO_2 est $1\,600 \times 25\,000/50\,000 = 800$ kg. La fermentation en produit 1 857,8 kg : la quantité produite dépasse le besoin de regazéification.

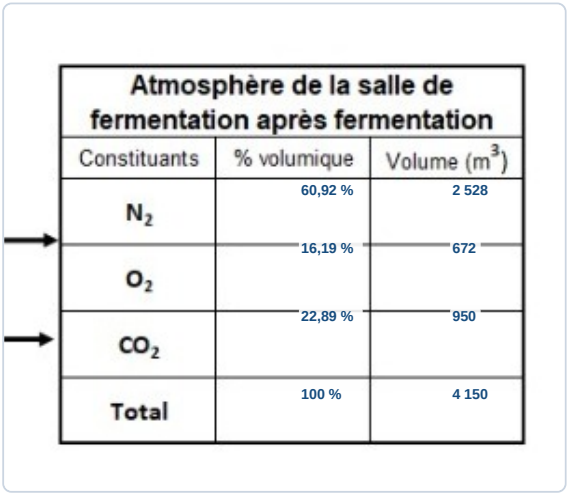
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 1 857,8 kg de CO_2 sont générés, soit assez pour regazéifier les 25 000 L.

Question 4.5. Compléter le bilan volumique des atmosphères de la salle avant et après fermentation, à partir de la composition initiale de l'air, du volume de la salle et du volume de CO_2 issu de la fermentation.

Dans les 3 200 m³ d'air initial, le diazote représente 79 % et le dioxygène 21 %. Le CO_2 issu de la fermentation ajoute 950 m³ : le volume final est donc de 4 150 m³. Les proportions finales se calculent sur ce volume total.

Atmosphère	Constituant	% volumique	Volume (m³)
Avant	N_2	79 %	2 528
Avant	O_2	21 %	672
Avant	Total	100 %	3 200
CO_2 issu de la fermentation	CO_2	100 %	950
Après	N_2	60,92 %	2 528
Après	O_2	16,19 %	672
Après	CO_2	22,89 %	950
Après	Total	100 %	4 150

Bilan volumique après fermentation complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Après fermentation : 2 528 m³ de N_2, 672 m³ d'O_2 et 950 m³ de CO_2, pour un total de 4 150 m³.

Question 4.6. Conclure sur le taux d'oxygène présent dans l'atmosphère du local après l'ajout du CO_2.

Le volume d'O_2 reste de 672 m³, tandis que le volume total atteint 4 150 m³. Sa proportion devient $672/4\,150 \times 100 = 16{,}19\ \%$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le taux d'oxygène après fermentation est d'environ 16,2 %.

Question 4.7. Citer le risque lié à cette atmosphère.

Le CO_2 dilue l'oxygène de l'air. Cette atmosphère appauvrie en oxygène peut provoquer une asphyxie, une perte de connaissance et le décès.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Risque d'asphyxie par appauvrissement de l'air en oxygène.

Question 4.8. Citer les précautions à prendre en cas de fuite de CO_2 dans le local.

En cas de fuite, évacuer et interdire l'accès au local, puis alerter les secours et le responsable. Ne pas entrer dans une atmosphère potentiellement dangereuse sans équipement respiratoire adapté. Ventiler et contrôler l'atmosphère avant toute réintégration.

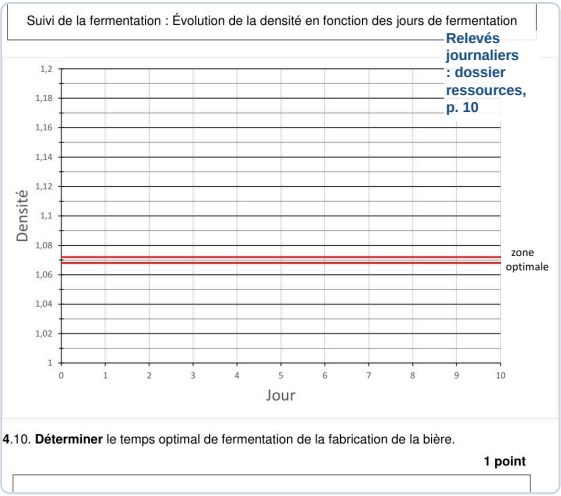
✓ RÉPONSE À RETENIR

Évacuer, alerter, interdire l'accès et ventiler ; ne pas entrer sans protection respiratoire adaptée.

Question 4.9. À partir des données fournies dans le dossier ressources, construire le graphique de l'évolution de la densité au cours de la fermentation.

Reporter chaque relevé du dossier de suivi sous la forme d'un point (jour ; densité), puis relier les points dans l'ordre chronologique. La zone optimale est déjà indiquée sur le graphique.

Graphique de suivi de fermentation à compléter



Relevés journaliers : dossier ressources, p. 10

4.10. **Déterminer** le temps optimal de fermentation de la fabrication de la bière.

1 point

✓ RÉPONSE À RETENIR

Tracer les relevés journaliers de densité en fonction du jour et relier les points.

Question 4.10. Déterminer le temps optimal de fermentation de la fabrication de la bière.

Le temps optimal se lit sur la courbe construite : c'est le jour où la densité atteint la zone optimale et s'y maintient. Reporter les mesures journalières puis repérer ce premier jour.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps optimal : premier jour où la densité atteint puis conserve la zone optimale.

5. Contrôle du produit fini

À la fin du brassin BLB-189, le pôle qualité transmet les résultats d'analyse d'un échantillon de bière de saison. L'opérateur calcule les valeurs théoriques prévues à partir des malts, les compare aux résultats du contrôle qualité et conclut à la conformité du lot.

Question 5.1. À l'aide des documents ressources, calculer l'EBC prédit par les malts de la bière de saison.

La prévision de couleur s'obtient en pondérant la valeur EBC de chaque malt par sa part dans la recette, puis en additionnant les contributions. Le calcul fondé sur les malts de la bière de saison donne 18 EBC. Le contrôle qualité indique 18,01 EBC : l'écart est de 0,01 EBC, inférieur à la tolérance de ±1 EBC. La prévision est donc cohérente avec le résultat mesuré.

Réponse 5.1 - EBC prédit

EBC prédit : 18

✓ RÉPONSE À RETENIR

EBC prédit par les malts : 18 EBC.

Question 5.2. Calculer la densité prédite par les malts de la bière de saison et arrondir le résultat au centième.

La densité prévisionnelle se déduit de l'extrait apporté par les malts, rapporté au volume de bière produit. En appliquant les données de la recette, puis en arrondissant au centième, on obtient 1,08. Le service qualité mesure 1,06. La différence vaut 0,02, soit exactement l'écart accepté indiqué dans le tableau. La valeur prédite est donc à la limite de tolérance, mais reste conforme.

Réponse 5.2 - Densité prédite

Densité prédite : 1,08

✓ RÉPONSE À RETENIR

Densité prédite par les malts : 1,08, arrondie au centième.

Question 5.3. **Déterminer le degré alcoolique potentiel.**

Le degré alcoolique potentiel correspond au titre que pourrait atteindre la bière si les sucres fermentescibles issus des malts étaient transformés en alcool. En utilisant la densité prévisionnelle et la relation de calcul fournie dans les documents ressources, on obtient 9,375°. Cette valeur est reportée dans la ligne « Alcool potentiel du lot ». Le tableau ne fixe pas d'écart accepté pour ce critère, il n'est donc pas déclaré conforme ou non conforme.

Réponse 5.3 - Alcool potentiel

Alcool potentiel : 9,375°

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Degré alcoolique potentiel prédit : 9,375°.

Question 5.4. **Calculer le degré d'alcool réel de la bière.**

Le degré d'alcool réel se calcule à partir de la différence entre la densité initiale et la densité finale, selon la relation donnée dans les documents ressources. L'application des valeurs relevées pendant la fermentation conduit à 7,5°. Cette valeur constitue la prédiction à inscrire dans la ligne « Alcool réel du lot ». Comparée au résultat du service qualité, elle présente un écart nul et respecte donc la tolérance de ±0,5°.

Réponse 5.4 - Alcool réel

Alcool réel : 7,5°

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Degré d'alcool réel prédit : 7,5°.

Question 5.5. Compléter le tableau de conformité du brassin BLB-189 en comparant les résultats du service qualité aux prédictions, en appliquant les écarts acceptés indiqués, puis formuler une conclusion sur le lot.

La conformité se vérifie en comparant le résultat qualité à la prédiction, puis en contrôlant l'écart face à la tolérance. Pour l'EBC, l'écart est de 0,01 pour une limite de 1 : conforme. Pour la densité, l'écart est de 0,02 pour une limite de 0,02 : conforme à la limite. L'alcool réel prédit est 7,5°, soit le résultat qualité, et respecte ±0,5°. Aucun écart accepté n'est indiqué pour l'alcool potentiel.

Critère	Résultat qualité	Prédiction par les malts	Écart accepté	Conformité
EBC	18,01	18	±1	Oui
Densité	1,06	1,08	±0,02	Oui
Alcool potentiel	9,375°	9,375°	Non indiqué	Non évaluée
Alcool réel	7,5°	7,5°	±0,5°	Oui

Tableau de conformité complété

Échantillon du lot : *brassin BLB-189*	Résultat service qualité	Résultat prédiction par les malts	Écart accepté	Conformité OUI / NON
EBC du lot	18,01	18	±1	OUI
Densité du lot	1,06	1,08	±0,02	OUI
Alcool potentiel du lot	9,375°	9,375°		
Alcool réel du lot	7,5°	7,5°	±0,5 °	OUI

Tableau de conformité du lot

Conclusion :
Brassin conforme

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le brassin BLB-189 est conforme pour les critères assortis d'une tolérance.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2024)

Bilan de l'épreuve : Épreuve E2 du baccalauréat professionnel Procédés de la chimie, de l'eau et des papiers-cartons, session 2024, code 2406-PCE T 21 1, durée 4 heures, coefficient 4. Le sujet porte sur la fabrication d'une bière de saison chez BierOman. Il évalue la compréhension du procédé, la préparation des matières premières, les bilans thermiques, la régulation, la fermentation, la sécurité et le contrôle qualité.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Sans perte thermique, la chaleur cédée par le fluide chaud est égale à celle reçue par le fluide froid.
- Le flux thermique se calcule avec le débit massique, la capacité thermique massique et l'écart de température.
- La fermentation alcoolique transforme le glucose en éthanol et en dioxyde de carbone selon les coefficients stœchiométriques de l'équation.
- Une boucle de régulation compare la mesure à la consigne et agit sur la grandeur réglante pour corriger l'écart.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour chaque bilan thermique, distinguer les fluides, les températures d'entrée et de sortie et les débits associés.
- Dans un tableau stœchiométrique, convertir les masses en quantités de matière avant d'appliquer les coefficients de réaction.
- Pour le bilan d'air, ajouter le volume de CO_2 au volume initial conformément à l'hypothèse explicitement donnée.
- Dans le tableau de conformité, comparer chaque résultat à sa prédiction et appliquer uniquement les tolérances imprimées.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le flux de chaleur échangé par le moût ?

Utilisez le débit massique multiplié par la capacité thermique massique et par l'écart de température. Pour convertir un débit volumique en débit massique, multipliez-le par la masse volumique et vérifiez la cohérence des unités.

Q : Comment remplir le tableau stœchiométrique de la fermentation ?

Convertissez la masse initiale de glucose en kmol avec n = m/M. Appliquez ensuite les rapports des coefficients de l'équation pour calculer les quantités finales d'éthanol et de CO_2, puis convertissez-les en masses.

Q : Comment organiser son temps sur cette épreuve de quatre heures ?

Répartissez le temps entre les cinq parties en tenant compte de leur barème, et réservez du temps aux calculs et aux schémas. Gardez quelques minutes pour vérifier les unités, les arrondis, les tableaux et les réponses oubliées.

Q : Quels critères de conformité appliquer au contrôle du lot ?

Comparez les résultats du service qualité aux prédictions calculées à partir des malts. Pour les critères assortis d'un écart accepté, vérifiez que l'écart respecte la tolérance imprimée; n'inventez pas de tolérance pour les cases sans valeur indiquée.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacpropcepc.fr/assets/annales/bac-pro-pcepc/E2 - Étude d'un procédé/2024/Bac Pro PCEPC - E2 - Étude d'un procédé - Session 2024 - 1-Sujet.pdf
Ressources Bac Pro PCEPC : 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.