



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

FABRICATION DU CAFÉ

PARTIE I Génie industriel et génie des procédés (50 points)

1. Étude du procédé (15 points)

1.1. Compléter le schéma de principe donné en annexe 1. 5 pts

Voir annexe 1 (page 10/10).

1.2. Expliquer le principe d'un triage granulométrique. 2 pts

Un triage granulométrique permet de trier les grains de café en fonction de leur grosseur en les faisant passer sur des tamis avec des tailles de mailles différentes.

1.3. Pour obtenir du café décaféiné, on extrait la caféine des grains de café cru avant le processus de torréfaction. Les procédés d'extraction de la caféine peuvent faire appel à deux solvants différents : le chloroforme ou l'eau.

1.3.1. Citer les qualités essentielles d'un solvant d'extraction 2 pts

Le solvant doit être sélectif, volatil, peu visqueux, ininflammable et non explosif.

1.3.2. Légender le schéma de l'extracteur représenté en annexe 2. 2 pts

Nom de l'appareil : **extracteur à panier** (0,5)

Numéro	Légende (0,25 par réponse)
1	Entrée du solvant
2	Entrée du solide
3	Sortie solvant enrichi en caféine)
4	Circuit recyclage solvant
5	Pompe
6	Panier
7	Sortie du café décaféiné

1.3.3. Compléter le tableau de fonctionnement de l'extracteur (annexe 2). 6 x 0,5 = 3 pts

Cas	Débit de solvant	Débit d'alimentation en solide	Vitesse de la chaîne	Concentration en caféine dans le café solide	Pourquoi ?
1	↗	→	→	↘	<i>La quantité de solvant envoyée est plus grande donc on extrait plus et la concentration en caféine diminue</i>
2	→	↘	→	↘	<i>On diminue l'alimentation en café en envoyant la même quantité de solvant donc on extrait plus et la concentration en caféine diminue</i>
3	→	→	↗	↗	<i>Si le tapis roulant va vite l'extraction se fait plus mal et la concentration en caféine augmente</i>

CORRIGÉ

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

E₂ : ÉPREUVE DE TECHNOLOGIE

BIO-INDUSTRIES DE TRANSFORMATION

ÉTUDE DE FABRICATION

Session : 2011

Coefficient : 5

Durée : 4 h

Repère : 1106-BIOT-COR

Ce corrigé comporte 8 pages

Page 1/8

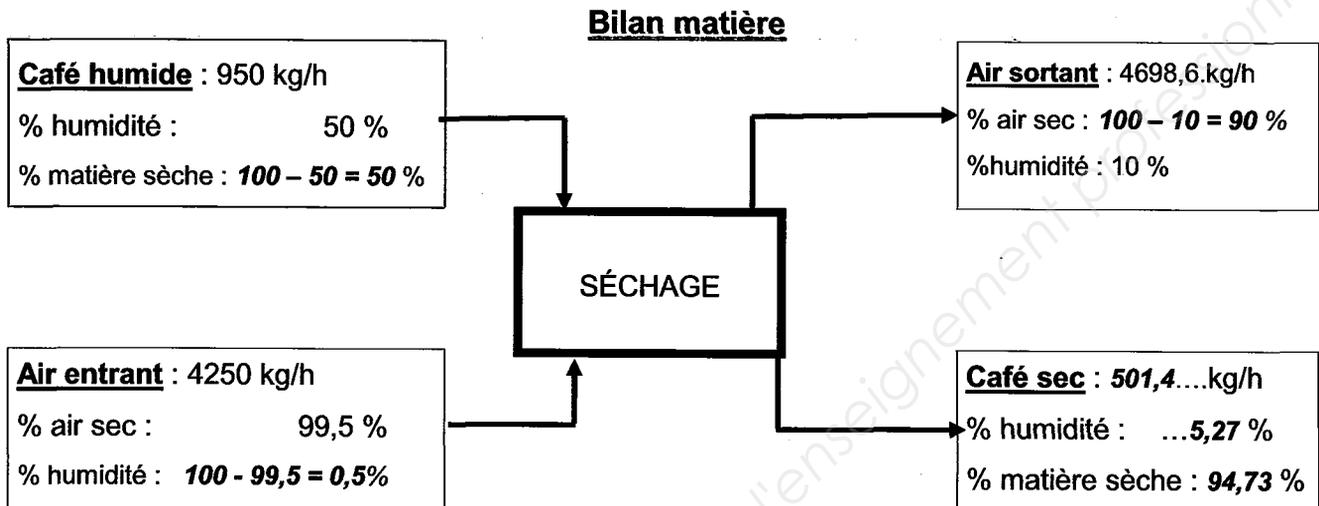
1.3.4. Décrire le sens de circulation du solide par rapport à celui du solvant dans cet extracteur.

2 x 0,5 = 1 pt

L'extraction se fait en faisant circuler le solide et le liquide à contre courant dans la partie gauche et à co-courant dans la partie droite.

2. Bilan matière (12 points)

On effectue le bilan matière sur l'unité de séchage du café en utilisant les données de l'annexe (à compléter et à rendre avec la copie)



2.1. Calculer le pourcentage de matière sèche du café humide, le pourcentage d'humidité de l'air entrant, le pourcentage d'air sec de l'air sortant.

3 x 0,5 = 1,5 pt

Voir ci-dessus.

2.2. Calculer le débit d'air sortant du séchoir.

2 pts

Équations de bilan partiel air sec

$$\frac{99,5}{100} \times 4250 = \frac{90}{100} \times AS \quad (1)$$

$$\text{on trouve } AS = \frac{0,995 \times 4250}{0,90} = 4698,6 \text{ kg/h} \quad \boxed{AS = 4698,6 \text{ kg/h}} \quad (1)$$

2.3. Calculer le débit de café en sortie du séchoir.

3 pts

Équation de bilan total :

$$CS = CE + AE - AS \quad 950 + 4250 = AS + CS \quad (1)$$

$$\text{On trouve } CS = 950 + 4250 - 4698,6 = 501,4 \text{ kg/h} \quad CS = 501,4 \text{ kg} \quad (2)$$

2.4. Calculer le pourcentage de matière sèche et le pourcentage d'humidité du café en sortie du séchoir

5,5 pts

Équations de bilan partiel :

$$\text{Sur la matière sèche} \quad \frac{50}{100} \times 950 = \frac{x}{100} \times CS \quad (1)$$

$$\frac{50}{100} \times 950 = \frac{x}{100} \times 501,4 \quad 475 = x \times 5,014$$

$$x = \frac{475}{5,0138} = 94,7347 \quad \boxed{x = 94,73 \%} \quad (3)$$

Sur Matière humide

Donc le pourcentage d'humidité dans le café sec est de $\boxed{100 - 94,73 = 5,27 \%}$ (1,5)

3. Bilan énergétique (12 points)

Le torréfacteur est chauffé par de la vapeur à une température de 250°C. Quand la couleur adéquate est atteinte pour le café, celui-ci est envoyé vers le refroidisseur. Ce dernier est un bac horizontal dont le fond est constitué d'une tôle perforée par laquelle arrive un souffle très puissant d'air froid.

3.1. L'air ambiant d'un débit de 7200 m³/h entre dans le refroidisseur à une température de 20°C et est récupéré à 200°C.

Calculer la puissance thermique en kW récupérée par l'air au cours du refroidissement du café.

5 pts

$$Q_v \text{ air} = 7200 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rho = \frac{Q_m}{Q_v} \rightarrow Q_m = \rho \times Q_v \quad Q_m = 1,29 \times 7200 \quad \boxed{Q_m = 9288 \text{ kg/h}} \quad (2)$$

$$P = Q_m \times C \times \Delta\theta = 9288 \times 1000 \times (200 - 20) \quad \boxed{P = 1,67184 \cdot 10^9 \text{ J/h} = 1671840 \text{ kJ/h}}$$

$$\boxed{P = \frac{1671840}{3600} = 464,4 \text{ kW}} \quad (3)$$

3.2. Cet air sortant du refroidisseur est utilisé pour préchauffer l'eau de la chaudière. La température de l'eau passe de 15°C à 100°C tandis que la température de l'air est abaissée de 200°C à 20°C.

Calculer le débit d'eau traitée.

2 pts

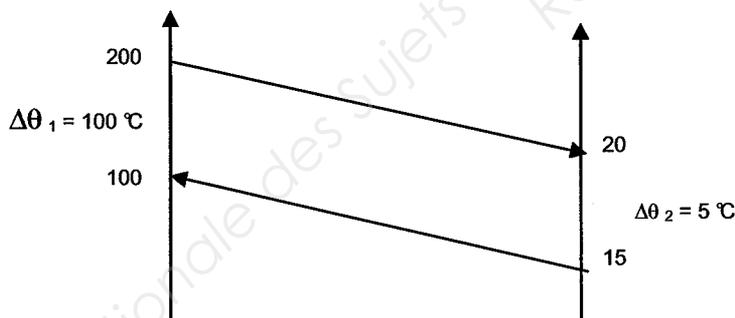
$$P_{\text{absorbée par air}} = P_{\text{cédée café}} \quad 464,4 \text{ kW} = Q_m \text{ eau} \times 4,18 \times (100 - 15)$$

$$464,4 \text{ kW} = Q_m \text{ eau} \times 355,3 \quad Q_m \text{ eau} = \frac{464,4}{355,3} = 1,307 \text{ kg/s} \quad \boxed{Q_m \text{ eau} = 4705,43 \text{ kg/h}}$$

3.3. En déduire la surface du préchauffeur sachant que le préchauffeur fonctionne à contre-courant.

5 pts

$$P = K \times S \times \text{DTLM}$$



$$\text{DTLM} = \frac{(\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2)}{\ln\left(\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}\right)}$$

$$\text{DTLM} = \frac{(100 - 5)}{\ln\left(\frac{100}{5}\right)} = 31,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\boxed{\text{DTLM} = 31,7^\circ\text{C}} \quad (2)$$

$$\text{D'où } 464,4 \text{ kW} = K \times S \times \text{DTLM} \quad 464,4 = 0,47 \times S \times 31,7 \quad S = \frac{464,4}{0,47 \times 31,7} = 31,2 \text{ m}^2 \quad (3)$$

4. Automatisation - Régulation (11 points)

L'échangeur thermique assurant la récupération d'énergie entre l'air chaud et l'eau en vue de la production de vapeur est présenté en annexe 4.

4.1. Schématiser sur l'annexe 4 la boucle de régulation de température de l'eau en sortie d'échangeur.

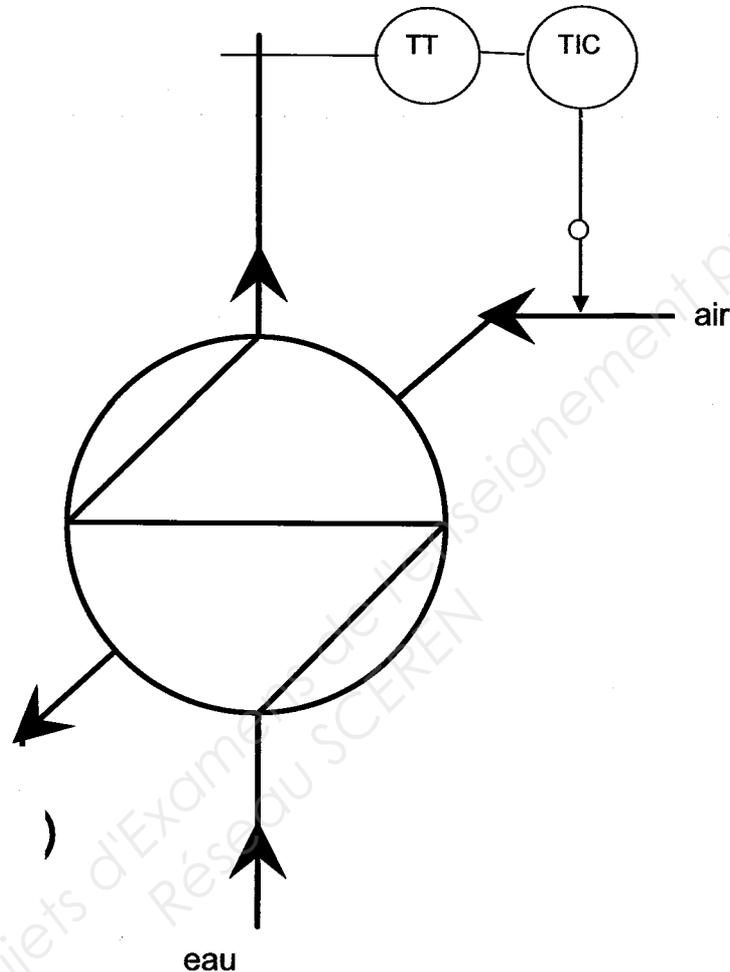
5 pts

Fluides (1)

TT : Température transmise (1)

TIC : Température indiquée localement et régulée (2)

Vanne automatique sur entrée air (1)



4.2. Préciser quelles sont :

- la grandeur réglée,
- la grandeur réglante,
- les grandeurs perturbatrices.

température de sortie de l'eau chaude
débit d'air entrant
température et débit de l'air
température et débit de l'eau

4 x 1 = 4 pts

4.3. Une vanne de type FMA est placée sur la conduite d'air.

Donner la signification du sigle FMA.

Fermée par manque d'air.

1 pt

4.4. Les températures sont relevées à l'aide de sondes Pt 100.

Indiquer la signification de Pt 100.

Sonde de platine qui présente une résistance de 100 Ω à 0°C.

1 pt

PARTIE II Sciences et technologies des bio-industries (50 points)

1. Les matières premières (10 points)

1.1. Les cerises de café sont récoltées à maturité quand elles présentent une couleur bien rouge.

1.1.1 Citer deux pigments des végétaux. 1 pt

Chlorophylle, carotène, anthocyanes.

1.1.2. Nommer et présenter deux phénomènes métaboliques se poursuivant après récolte.

2 x 1,5 = 3 pts

Respiration : phénomène assurant la production d'énergie pour la cellule en dégradant les glucides.

Transpiration : perte d'eau par la cellule végétale.

Maturation ...

1.2 La pulpe est constituée de cellules végétales dont la paroi est très épaisse.

1.2.1. Nommer les deux principaux constituants de la paroi des cellules végétales 1 pt

Pectine et cellulose.

1.2.2. Citer une utilisation technologique de ces constituants en bio-industries 2 pts

Pectine : gélifiant

Cellulose : fibre alimentaire, utilisée pour sa capacité de gonflement (comprimé)

1.3. L'opération de fermentation peut être activée par l'adjonction d'enzymes.

1.3.1. Indiquer le rôle des enzymes dans ce procédé. 1 pt

Accélère l'hydrolyse des macromolécules.

1.3.2. Citer deux facteurs influençant l'activité enzymatique. 1 pt

Température, pH, a_w

1.4. Justifier la nécessité d'un traitement rapide de la cerise de café après récolte 1 pt

Risque de fermentation non maîtrisée, développement de moisissures, germination selon les conditions d'entreposage

2. Transformations subies (16 points)

2.1. Le dépulpage par méthode sèche est plus largement utilisé que la méthode humide par les pays producteurs de café. Justifier ce choix (quatre éléments de réponse). 2 pts

La voie sèche est plus économique car moins coûteuse en eau, en énergie (séchage au soleil), en équipement. Nombre d'étapes réduites.

2.2 La torréfaction est une étape importante pour la qualité du produit fini.

2.2.1 Indiquer le nom de la réaction biochimique responsable du développement de la couleur. 1 pt

La réaction de Maillard ou BNE

2.2.2 Préciser les substrats impliqués. 1 pt

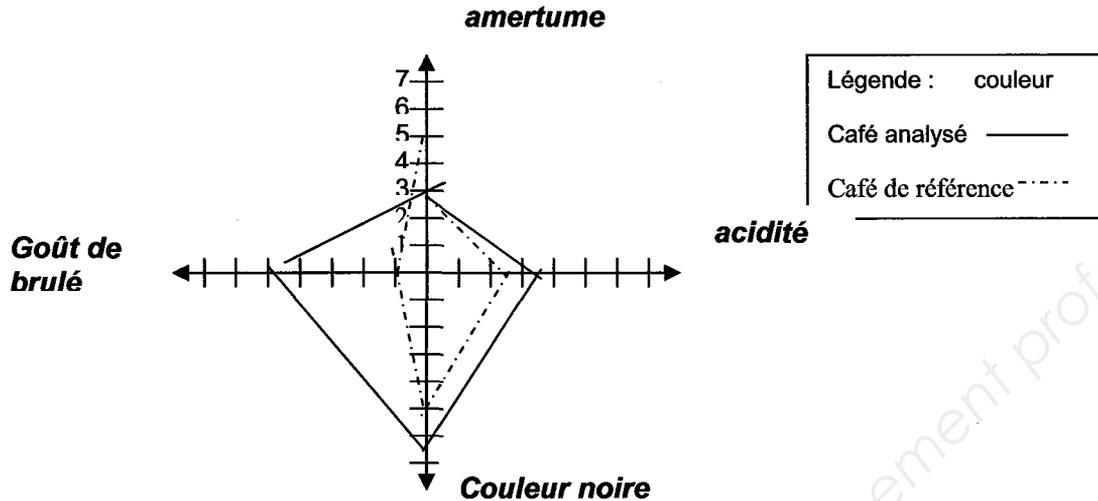
Sucres réducteurs fonctions amines.

2.2.3. Au cours de la torréfaction, des chromatogrammes sont réalisés. Ils sont présentés sur le document 1 en annexe 5.

- 2.2.3.1** Donner le principe de la chromatographie. **2 pts**
Séparation des constituants d'un mélange au moyen d'une phase mobile (liquide ou gazeuse) le long d'une phase stationnaire (solide, liquide ou gazeuse), basée sur la migration différentielle de divers solutés d'un mélange soumis à une force de rétention (affinité à la phase stationnaire) et à une force de mobilité par rapport à la phase mobile.
- 2.2.3.2** Commenter ces chromatogrammes. **3 pts**
Il est nécessaire d'atteindre une température suffisante et un temps suffisant pour permettre la libération des arômes.
- 2.3.** Le café, en grain ou moulu, reste un produit altérable : 15 à 20 jours de conservation pour le café en grain, 5 jours pour le café moulu.
- 2.3.1.** Énoncer quatre altérations possibles si le café n'est pas conditionné. **4 pts**
*Humidification, capte l'humidité de l'air
 Perte d'arômes
 Oxydation
 Développement de micro-organismes*
- 2.3.2.** Justifier la différence de durée de conservation entre le café en grains et le café moulu. **1 pt**
Un grain moulu est plus fragile qu'un grain entier : chaque particule est soumise au contact de l'air ambiant car il y a augmentation des surfaces de contact.
- 2.3.3.** Proposer et justifier un mode de conditionnement approprié au café. **2 pts**
Conditionnement sous vide pour diminuer la teneur en oxygène et les risques d'oxydation.
- 3. La qualité (14 points)**
- 3.1.** Un café de mauvaise qualité est acide et peu aromatique.
 Proposer une méthode de mesure de l'acidité et justifier ce choix. **2 pts**
*pHmétrie
 Dosage acide/base en présence d'un indicateur impossible compte tenu de la couleur du café.*
- 3.2.** L'étiquetage informe le consommateur sur le produit.
- 3.2.1.** Définir les sigles DLC et DLUO. **1 pt**
*DLC : Date Limite de Consommation
 DLUO : Date Limite d'Utilisation Optimale*
- 3.2.2.** Préciser et justifier la mention à apposer sur le café. **0,5 + 1,5 = 2 pts**
Sur le café, c'est une Date Limite d'Utilisation Optimale : produit sec donc peu sensible aux altérations microbiologiques et chimiques, qualités organoleptiques du café préservées.
- 3.2.3.** Citer quatre autres indications obligatoires devant figurer sur l'étiquette du conditionnement. **2 pts**
- *Dénomination*
 - *Masse*
 - *Numéro de lot*
 - *Conditions de conservation*
 - *Nom et adresse du producteur*
- 3.3.** Un logo AB est apposé sur l'emballage.
- 3.3.1.** Indiquer la signification ce signe de qualité **1 pt**
Label agriculture biologique
- 3.3.2.** Citer deux obligations pour produire ce type de café. **1 pt**
*Pas de pesticides
 Pas d'engrais chimique*

3.4 Une analyse sensorielle du café est réalisée en entreprise par le service qualité qui s'intéresse au goût, à l'odeur, à la couleur du café. Les résultats de cette analyse sont donnés sur le document 2 de l'annexe 5.

3.4.1. Tracer les profils sensoriels du café analysé et du café de référence sur le document 2 de l'annexe 5. 2 pts



3.4.2. Comparer les deux profils sensoriels, en déduire la conformité du café analysé et justifier les écarts. 3 x 1 = 3 pts

Comparaison : les deux cafés présentent la même amertume et acidité mais sont différents pour la couleur et surtout le goût de brûlé.

Conformité : conforme pour amertume et acidité mais non-conforme pour la couleur et le goût de brûlé.

Justification : torréfaction trop intense entraînant des modifications de couleur et de goût.

4. Le café lyophilisé (10 points)

Le café moulu peut être utilisé pour la préparation de café lyophilisé.

4.1. Définir la lyophilisation. 3 pts

Opération unitaire de stabilisation qui met en œuvre un procédé de dessiccation par sublimation : l'eau passe de l'état solide (glace) à l'état vapeur sans passer par la phase liquide.

4.2. Donner la signification du sigle a_w . 2 pts

Activité de l'eau (0,5)

Définir l' a_w d'un produit

Proportion d'eau disponible dans un aliment pour les micro-organismes et les réactions biochimiques. (1,5)

4.3. Compléter l'annexe 6 à partir des différentes phases opératoires de la lyophilisation 3 pts

1- Congélation	4- Sublimation
2- Mise sous vide	5- Dessiccation primaire
3- Mise en route du chauffage	6- Dessiccation secondaire

4.4. Indiquer deux avantages et deux inconvénients de ce procédé 4 x 0,5 = 2 pts

Inconvénients : - procédé long, - coût élevé du procédé, - intéressant pour des produits à forte valeur ajoutée.	Avantages : - DLUO plus longue (sous bonnes conditions d'emballage), - qualités organoleptiques du produit bien conservées, - facilité d'emploi du produit lyophilisé.
--	--

ANNEXE 1

Schéma de principe de la fabrication du café

20 x 0,25 = 5 pts

