



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.

# FABRICATION DU CAFÉ

Toutes les annexes sont à remettre avec la copie.

*L'usage des documents personnels est strictement interdit.*

*L'usage de la calculatrice est autorisé.*

## PROCÉDÉ

### De la plante au grain

La cueillette manuelle ou mécanique permet de récupérer une cerise d'où vont être extraites les deux graines de café. Cette séparation peut être réalisée par méthode humide ou par méthode sèche.

Méthode humide : elle doit être effectuée dans les 6 heures suivant la cueillette. On commence par dépulper en partie les cerises dans des machines à tambour ou à disques. Les cerises sont ensuite broyées sans léser les deux graines puis lavées. On procède ensuite à un triage par flottaison qui permet d'entraîner les cerises altérées. La pulpe restant sur les cerises est d'abord éliminée par fermentation pendant 6 à 40 heures puis par un dernier lavage. Un séchage permet d'obtenir des graines lisses et propres appelées « parches ».

Méthode sèche : elle consiste à étendre pendant 15 jours les cerises sur des aires de séchage et à laisser le soleil dessécher la pulpe en brassant souvent les cerises pour éviter la moisissure. On obtient le café en coques.

Le café doit ensuite subir de nombreuses opérations de triage pour être exportable :

- nettoyage par aspiration : pour éliminer les particules légères (poussières...),
- séparation magnétique : pour éliminer tous les éléments métalliques (clous, fils de fer...),
- départage (pour le café par voie humide) ou décorticage (pour le café par voie sèche),
- triage granulométrique et/ou colorimétrique et/ou densimétrique.

Une fois ces opérations effectuées, on obtient le café marchand qui est mis en sac de jute pour être transporté avant de subir la torréfaction.

La torréfaction est suivie d'un broyage pour obtenir le café moulu.

La torréfaction est une opération très délicate car c'est elle qui permet d'exprimer toutes les saveurs et les parfums du café. Sous l'action d'une chaleur intense (230 °C) de nombreuses transformations vont se produire dont les conséquences sont :

- une diminution de l'acidité : en se transformant en arômes, les acides disparaissent,
- une augmentation de l'amertume,
- une diminution des tanins,
- un changement de pigmentation : de vert au brun foncé et au noir,
- une perte de poids : par suite de la disparition de l'eau, des acides et des sucres, le café perd 20 % de son poids,
- une augmentation du volume : le café dégage du CO<sub>2</sub>, ses cellules éclatent et il gagne 60 % de volume.

Composition chimique du café : eau, glucides, protéines, lipides (cires, graisses, huiles essentielles), alcaloïdes (caféine, trigonelline) et oligoéléments (calcium, potassium, cuivre, fer...).

<b>SUJET</b>		
<b>BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL</b>		<b>E<sub>2</sub> : ÉPREUVE DE TECHNOLOGIE</b>
<b>BIO-INDUSTRIES DE TRANSFORMATION</b>		<b>ÉTUDE DE FABRICATION</b>
Session : 2011	Coefficient : 5	Durée : 4 h
Repère : 1106-BIOT	Ce sujet comporte 10 pages	Page 1/10

## 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**.
- 1.2. Expliquer le principe d'un triage granulométrique.
- 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.
  - 1.3.2. Légender le schéma de l'extracteur représenté en **annexe 2**.
  - 1.3.3. Compléter le tableau de fonctionnement de l'extracteur (**annexe 2**).
  - 1.3.4. Décrire le sens de circulation du solide par rapport à celui du solvant dans cet extracteur.

#### 2. Bilan matière (12 points)

On effectue le bilan matière sur l'unité de séchage du café en utilisant les données de l'**annexe 3** (à compléter).

- 2.1. Calculer le pourcentage de matière sèche du café humide, le pourcentage d'air sec de l'air entrant, le pourcentage d'air sec de l'air sortant.
- 2.2. Calculer le débit d'air sortant du séchoir.
- 2.3. Calculer le débit de café en sortie du séchoir.
- 2.4. Calculer le pourcentage de matière sèche et le pourcentage d'humidité du café en sortie du séchoir.

#### 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 m<sup>3</sup>/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.
- 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.
- 3.3. En déduire la surface du préchauffeur sachant que le préchauffeur fonctionne à contre-courant.

Formulaire et données:

$$P = Qm \times C \times \Delta\theta$$

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

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

Masse volumique de l'air :  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$

Capacité thermique de l'air :  $C_{\text{air}} = 1000 \text{ J/(kg.}^\circ\text{C)}$

Capacité thermique de l'eau :  $C_{\text{eau}} = 4180 \text{ J/(kg.}^\circ\text{C)}$

Coefficient global d'échange :  $K = 0,47 \text{ kW/(m}^2.\text{}^\circ\text{C)}$

**4. Automatisme - 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.

**4.2.** Préciser quelles sont :

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

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

Donner la signification du sigle FMA.

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

Indiquer la signification de Pt 100.

## 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.
  - 1.1.2. Nommer et présenter deux phénomènes métaboliques se poursuivant après récolte.
- 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.
  - 1.2.2. Citer une utilisation technologique de chacun de ces constituants en bio-industries.
- 1.3. L'opération de fermentation se fait souvent avec adjonction d'enzymes.
  - 1.3.1. Indiquer le rôle des enzymes dans ce procédé.
  - 1.3.2. Citer deux facteurs influençant l'activité enzymatique.
- 1.4. Justifier la nécessité d'un traitement rapide de la cerise de café après récolte.

#### 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 (4 éléments de réponse).
- 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.
  - 2.2.2. Préciser les substrats impliqués.
  - 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.
    - 2.2.3.2. Commenter ces chromatogrammes.
- 2.3. Le café, en grain ou moulu, reste un produit altérable : 15 à 20 jours de conservation pour le café en grains, 5 jours pour le café moulu.
  - 2.3.1. Énoncer quatre altérations possibles si le café n'est pas conditionné.
  - 2.3.2. Justifier la différence de durée de conservation entre le café en grains et le café moulu.
  - 2.3.3. Proposer et justifier un mode de conditionnement approprié au café.

### 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.
- 3.2. L'étiquetage informe le consommateur sur le produit.
- 3.2.1. Définir les sigles DLC et DLUO.
- 3.2.2. Préciser et justifier la mention à apposer sur le café.
- 3.2.3. Citer quatre autres indications obligatoires devant figurer sur l'étiquette du conditionnement.
- 3.3. Un logo AB est apposé sur l'emballage.
- 3.3.1. Indiquer la signification ce signe de qualité.
- 3.3.2. Citer deux obligations pour produire ce type de café.
- 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**.
- 3.4.2. Comparer les deux profils sensoriels, en déduire la conformité du café analysé (tolérance +/-1 par rapport au produit de référence) et justifier les écarts.

### 4. Le café lyophilisé (10 points)

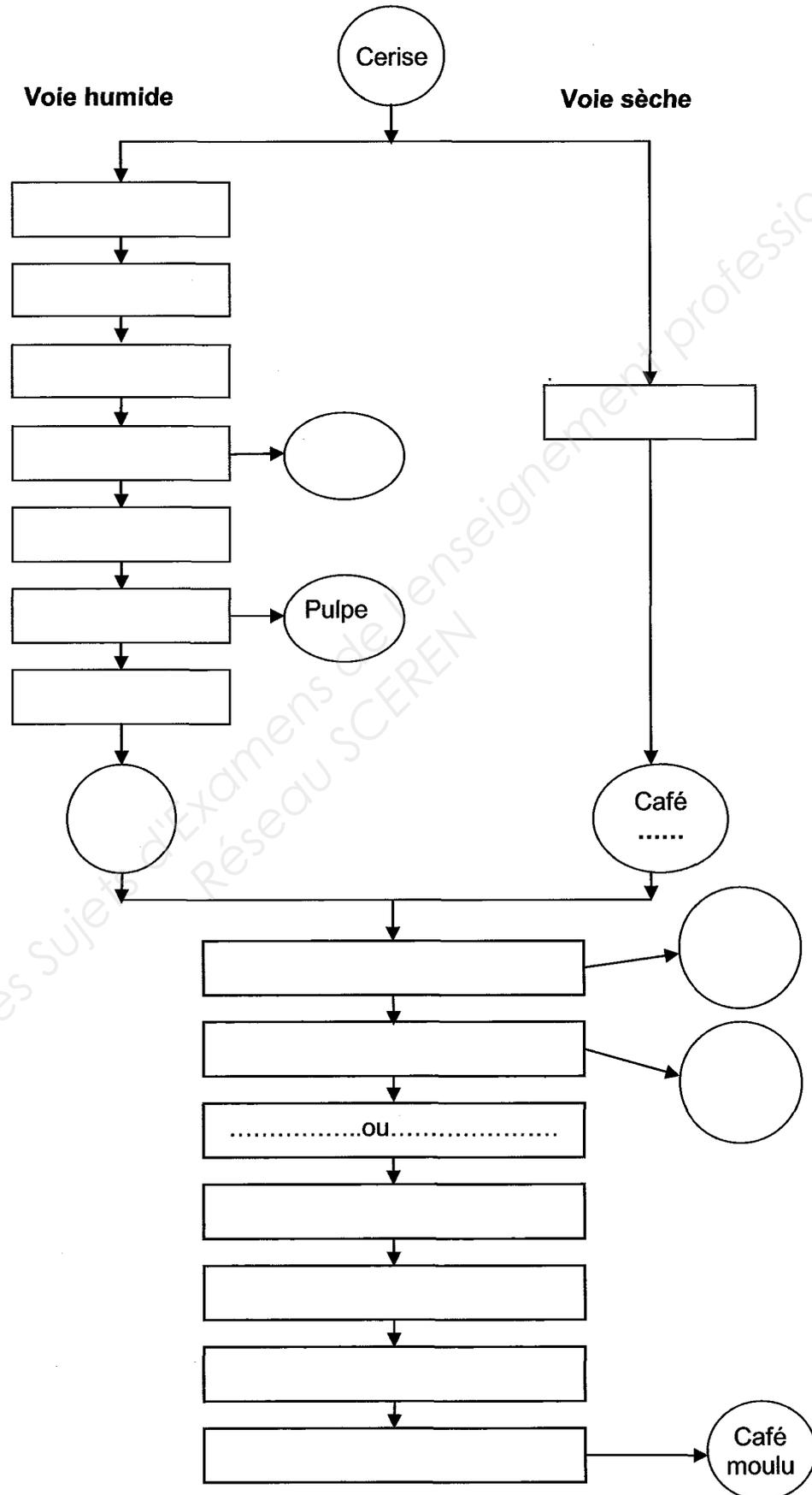
Le café moulu peut être utilisé pour la préparation de café lyophilisé.

- 4.1. Définir la lyophilisation.
- 4.2. Indiquer la signification du sigle  $a_w$ .  
Définir l' $a_w$  d'un produit.
- 4.3. Compléter l'**annexe 6** à partir des différentes phases opératoires de la lyophilisation.
- 4.4. Indiquer deux avantages et deux inconvénients de ce procédé.

# ANNEXE 1

(À remettre avec la copie)

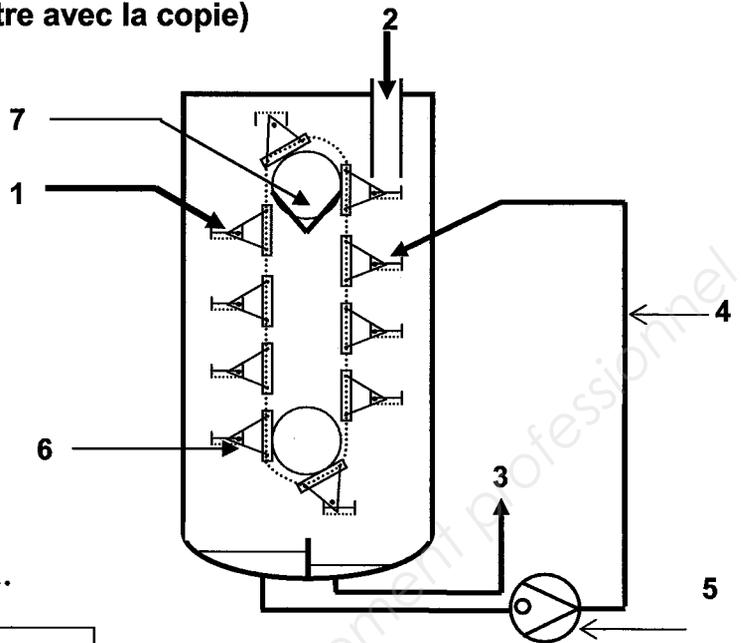
## Schéma de principe de la fabrication du café



## ANNEXE 2

(À remettre avec la copie)

Schéma de l'extracteur



Nom de l'appareil : .....

Numéro	Légende
1	
2	
3	
4	
5	
6	Panier
7	

**Tableau de fonctionnement de l'extraction**

Compléter le tableau ci-dessous

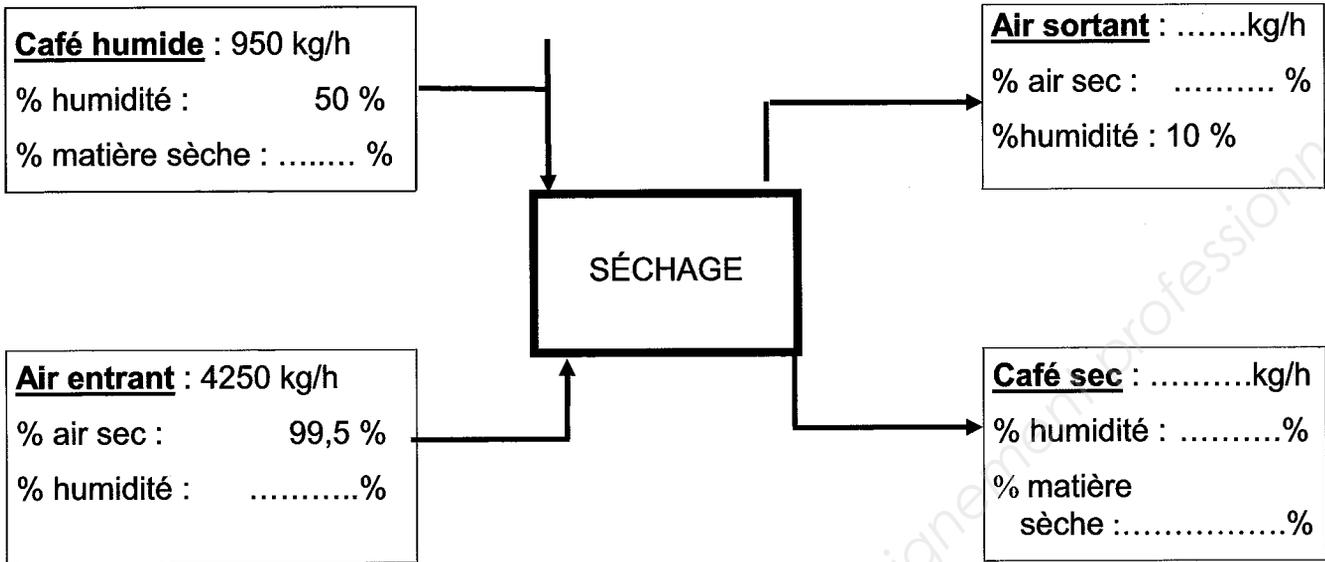
Répondre par ↗ pour indiquer que la valeur augmente,  
répondre par ↘ pour indiquer que la valeur diminue,  
répondre par → pour indiquer que la valeur est constante.

Cas	Débit de solvant	Débit d'alimentation en solide	Vitesse de la chaîne	Concentration en caféine dans le café solide	Justification
1	↗	→	→		
2	→	↘	→		
3	→	→	↗		

### ANNEXE 3

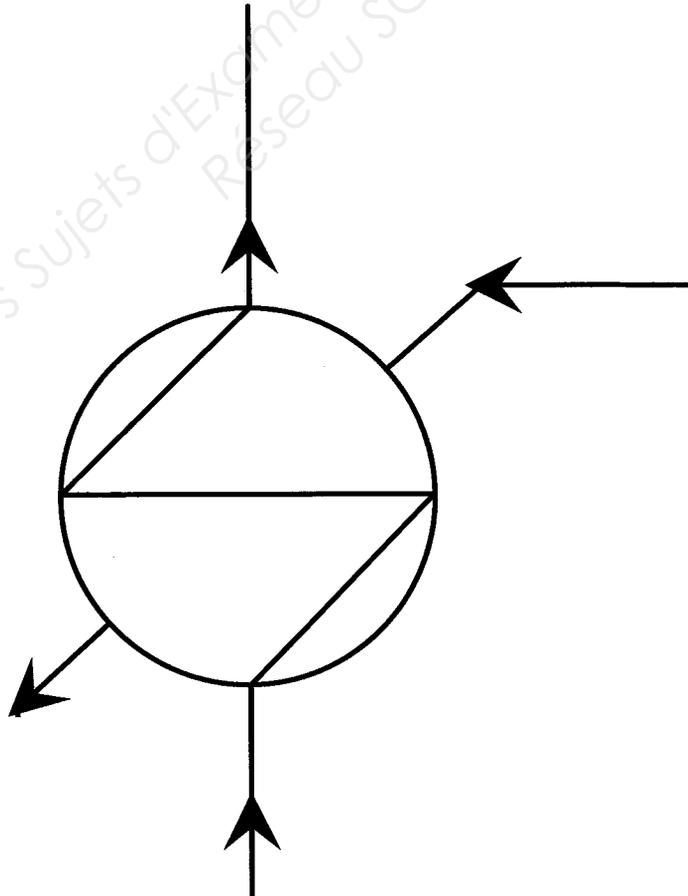
(À remettre avec la copie)

#### Bilan matière



### ANNEXE 4

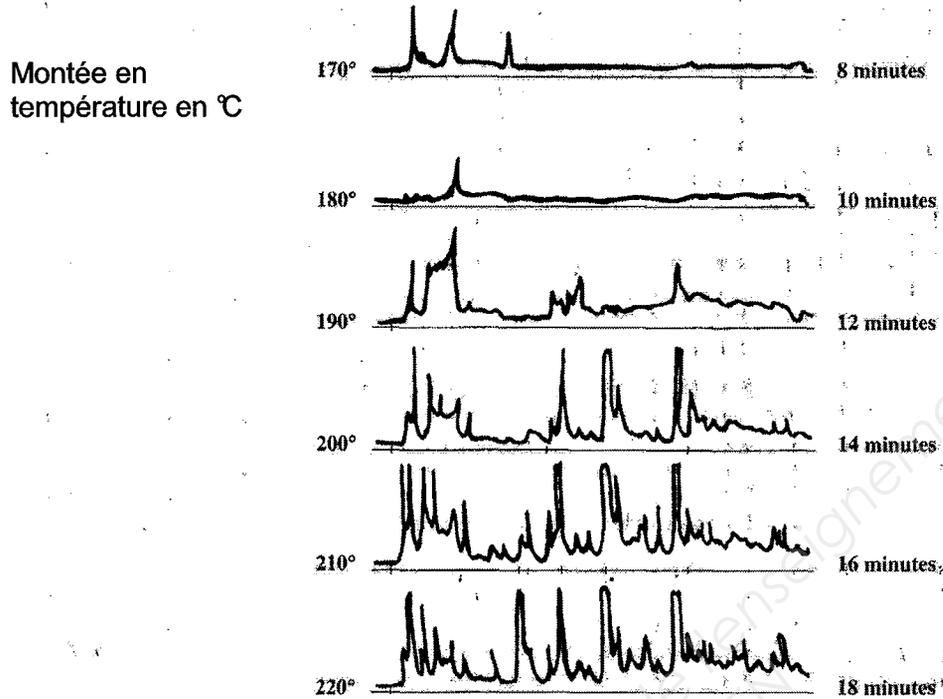
Schéma d'une boucle de régulation de température de l'eau en sortie d'échangeur



## ANNEXE 5

(À remettre avec la copie)

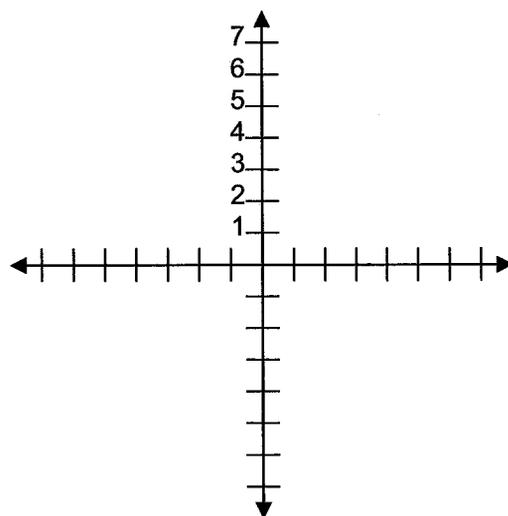
**Document 1** : chromatogrammes des constituants aromatiques qui se forment dans le café au cours de la torréfaction.



**Document 2** : profils sensoriels du café.

Critères analysés	Amertume	Acidité	Couleur noire	Goût de brûlé
Café analysé	3	3,5	6,5	5
Café de référence	3	3	5	1

Représenter les profils sensoriels des deux cafés sur le diagramme ci-dessous après avoir légendé les axes.



Légende : couleur

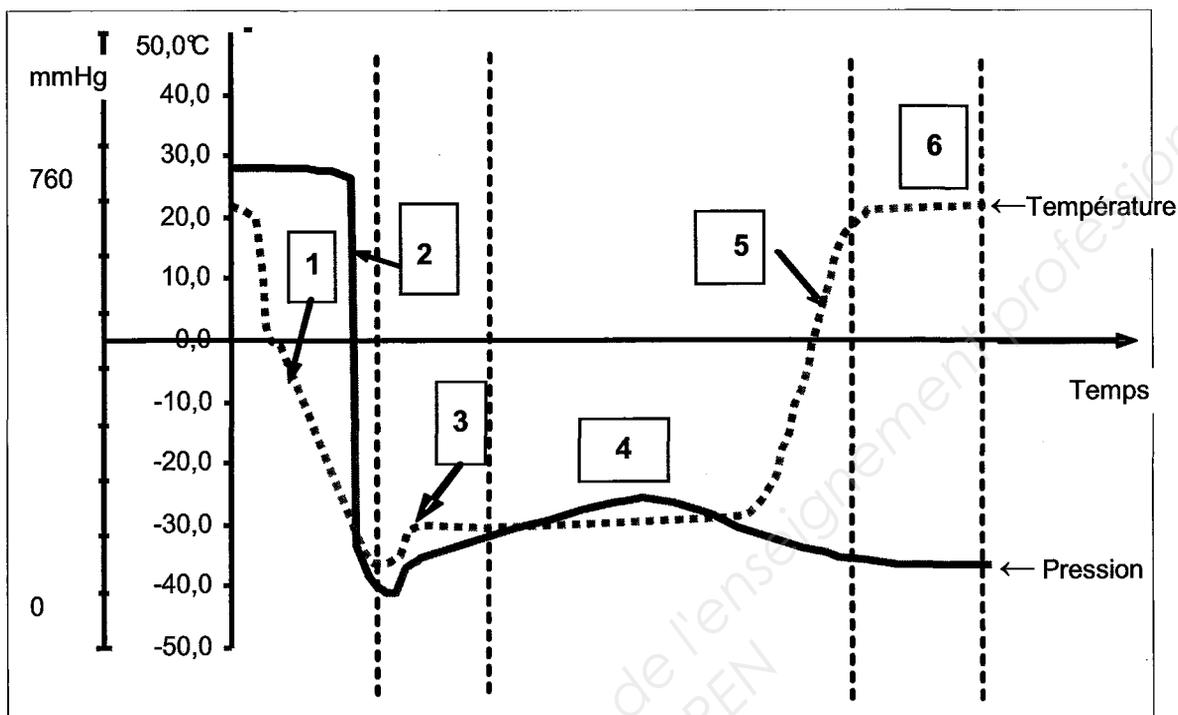
Café analysé

Café de référence

## ANNEXE 6

(À remettre avec la copie)

### Les phases de la lyophilisation



Compléter ce tableau :

N°	Nom des phases opératoires de la lyophilisation
1	
2	
3	
4	
5	
6	