



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé  
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.**

# BACCALURÉAT PROFESSIONNEL

## PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS

SESSION 2019

### ÉPREUVE E2 : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE ÉTUDE D'UN PROCÉDÉ

#### DOSSIER TRAVAIL

*L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.*

*Aucun autre document n'est autorisé.*

*Le dossier se compose de 16 pages, numérotées de 1/16 à 16/16.  
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.*

**Compétences évaluées :** C14 Utiliser le langage technique adapté  
C15 Traiter les informations

**Ce dossier sera rendu dans sa totalité, agrafé dans une copie anonymée.**

<b>DOSSIER TRAVAIL</b>		
BACCALURÉAT PROFESSIONNEL		
PROCÉDÉS DE LA CHIMIE, DE L'EAU ET DES PAPIERS-CARTONS		
<b>E2</b> Épreuve technologique : Étude d'un procédé	Durée : 4 heures	SESSION 2019
Repère : 1906-PCE-T	Coef : 4	Page 1/16

## BARÈME

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Compréhension du procédé                                  | 26 points |
| 2. Préparation de la production                              | 15 points |
| 3. Conduite et contrôle en cours de production               | 24 points |
| 4. Conformité des produits finis : liqueur de maïs et amidon | 15 points |

**Il est nécessaire de lire la totalité du dossier ressources avant de répondre aux questions du dossier travail.**

# ÉTUDE D'UNE AMIDONNERIE : FABRICATION D'UN LAIT D'AMIDON À PARTIR DE GRAINS DE MAÏS

## 1. COMPRÉHENSION DU PROCÉDÉ (26 points)

### 1.1 Schématisation du procédé

À l'aide de la description et du schéma de procédé (pages 6 à 8 du dossier ressources), **tracer** et **compléter** le schéma de principe (annexe 1 page 15 de ce dossier) en y faisant figurer :

- les produits entrants et sortants ;
- les opérations unitaires avec le repère des appareils utilisés ;
- les lignes et recyclages manquants. Les recyclages des eaux procédés issues de séparation ne sont pas à représenter.

**1.2 Citer** 2 industries autres que alimentaires qui utilisent l'amidon sous une forme ou sous une autre. **Indiquer** au moins une utilisation de l'amidon dans ces industries.

### 1.3 Identification des matières premières, des produits et des co-produits

**1.3.1 Citer** les deux constituants principaux d'un grain de maïs hormis l'eau.

**1.3.2 Expliquer** pourquoi on introduit du bisulfite de sodium dans l'étape de trempage des grains.

**1.3.3** La production d'amidon telle qu'elle est décrite, valorise tous les co-produits, aucun déchet provenant des grains de maïs n'est émis.

**Lister** les cinq produits issus des grains de maïs commercialisés par l'amidonnerie :

- 
- 
- 
- 
- 

#### **1.4 Identification et rôles des opérations unitaires ainsi que des flux de matière, d'énergie et d'informations dans le procédé**

**1.4.1 Indiquer** l'influence de la température sur l'opération de trempage.

**1.4.2 Expliquer** l'importance du développement de bactéries lactiques lors de l'opération de trempage.

#### **1.5 Classement ICPE de l'amidonnerie**

**1.5.1** À l'aide du dossier ressources page 4, **calculer** la masse de maïs consommée pendant 16 jours.

**1.5.2 Calculer** le volume que représente cette consommation, sachant que la masse volumique apparente du maïs est en moyenne de  $750 \text{ kg/m}^3$ .

**1.5.3 Déterminer**, en utilisant le dossier ressources page 9, si l'amidonnerie est une installation soumise à déclaration ou soumise à autorisation du fait de la quantité de maïs stockée.

## 2. PRÉPARATION DE LA PRODUCTION (15 points)

Lors de sa ronde dans l'amidonnerie, un opérateur doit se rendre dans l'atelier de stockage du bisulfite de sodium. Auparavant il lui est demandé de compléter la fiche sécurité produit disponible dans la salle de contrôle et dans laquelle il manque des informations (catégorie toxicité, pictogramme et mention d'avertissement).

### 2.1 Vérification de la fiche sécurité du bisulfite de sodium

**2.1.1** Le bisulfite de sodium est un produit toxique, à l'aide des documents pages 10 à 12 du dossier ressources, **déterminer** à quelle catégorie il appartient. **Justifier** la réponse.

**2.1.2 Indiquer** la mention d'avertissement et le pictogramme à ajouter sur la fiche sécurité du produit.

**2.1.3** En plus de sa tenue de travail, **détailler** les équipements de protection que l'opérateur doit porter avant de rentrer dans l'atelier de stockage de bisulfite de sodium.

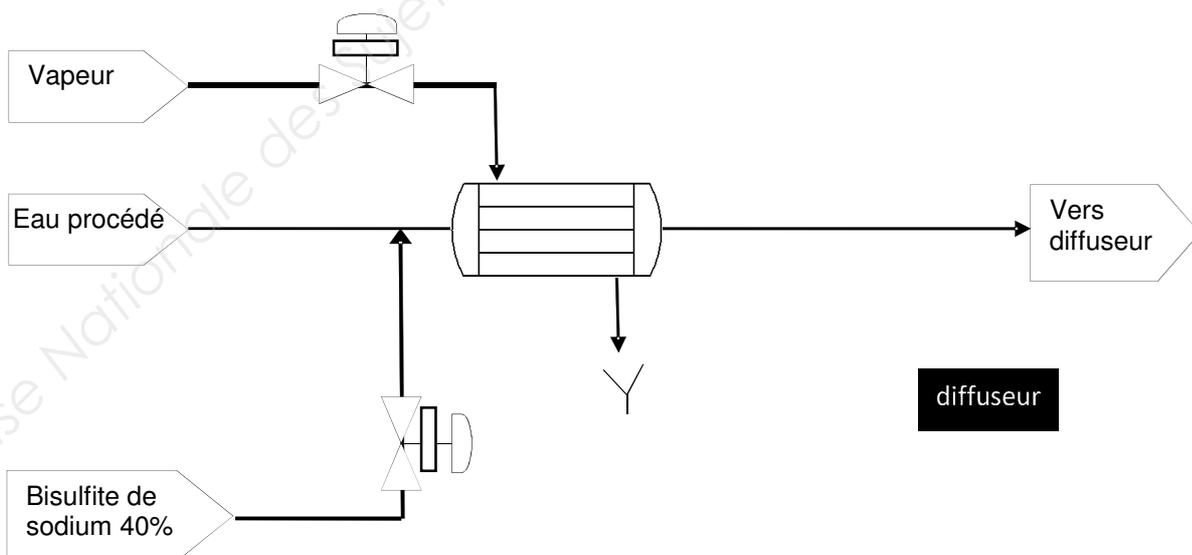
## 2.2 Détection d'un incident dans l'atelier de stockage du bisulfite de sodium

Lors de sa ronde l'opérateur constate qu'une petite quantité de bisulfite de sodium s'est répandue sur le sol. **Expliquer** comment il doit procéder et **indiquer** ce qu'il doit faire des déchets générés.



## 2.3 Régulation de l'introduction de « l'eau procédé » dans les diffuseurs

L'«eau procédé » recyclée tout au long de la fabrication est introduite dans les diffuseurs (**D1**). La concentration en bisulfite de sodium est ajustée de façon à obtenir un pH de 4,5 et la température est amenée à 40 °C grâce à un échangeur fonctionnant avec de la vapeur, tel que schématisé ci-dessous :



Deux boucles de régulation sont installées afin de maintenir le pH et la température aux valeurs souhaitées.

Boucle (1) : régulation de pH

Boucle (2) : régulation de température

**2.3.1 Compléter** le tableau relatif au fonctionnement des boucles de régulation (1) et (2) :

N° boucle	Grandeur réglée	Grandeur réglante	Type de la vanne OMA ou FMA	Justification du type de vanne
(1)				
(2)				

**2.3.2 Dessiner** sur le schéma précédent (page 6 de ce dossier) les boucles de régulation (1) et (2) en utilisant la nomenclature adéquate fournie page 13 du dossier ressources.

### 3. CONDUITE ET CONTRÔLE EN COURS DE PRODUCTION (24 points)

#### 3.1 Bilans de l'évaporation pour la concentration de la liqueur de maïs

L'eau de trempage obtenue en sortie des diffuseurs (**D1**) est concentrée dans des évaporateurs pour augmenter la teneur en matière sèche. L'évaporation est réalisée sous vide par des évaporateurs à flot tombant (**E1**). La solution concentrée est appelée « liqueur de maïs ».

Afin de mieux suivre cette opération et de compléter une fiche bilan (annexe 2 page 16 de ce dossier), on effectue différents relevés sur un évaporateur :

Le débit d'eau de trempage entrant ( $Q_{ET}$ ) est de 22 tonnes par jour.

La température à l'entrée est de 40 °C, l'évaporation se réalise à 80 °C.

Les autres paramètres enregistrés sont donnés dans l'annexe 2 page 16 de ce dossier.

**3.1.1 Citer** un intérêt d'évaporer sous vide.

**3.1.2 Exprimer** le débit massique de l'eau de trempage ( $Q_{ET}$ ) en kg/h (arrondir à l'unité).

**3.1.3 Établir** les équations littérales de bilans massiques (bilan global et bilan partiel en matière sèche) sur l'évaporateur.

**3.1.4 Calculer** le débit de liqueur de maïs concentrée ( $Q_{LM}$ ) et le débit d'eau évaporée ( $Q_E$ ) (arrondir à l'unité). **Compléter** la fiche bilan en annexe 2 page 16 de ce dossier.

**3.1.5 Calculer**, pour chaque flux, les débits massiques et les pourcentages massiques en matière sèche et eau (arrondir à l'unité). **Compléter** la fiche bilan en annexe 2 page 16 de ce dossier.

**3.1.6** L'évaporation se fait sous vide à 0,5 bar. La vapeur de chauffe utilisée est à une pression de 4,5 bar. On considèrera l'échange thermique sans pertes vers l'extérieur (rendement = 100 %).

a) **Relever** la valeur de l'enthalpie massique de la vapeur de chauffe ( $H_v$ ) et celle de l'eau évaporée ( $H_E$ ), à l'aide du tableau des enthalpies massiques et du formulaire page 9 du dossier ressources.

- b) **Déterminer** le débit de vapeur de chauffe ( $Q_v$ ) en effectuant le bilan thermique sur l'évaporateur. **Compléter** la fiche bilan en annexe 2 page 16 de ce dossier.

--

**3.1.7** L'échange thermique entre l'eau de trempe et la vapeur de chauffe se fait au travers d'un faisceau tubulaire dans l'évaporateur. **Calculer** le flux thermique échangé ( $\Phi_{\text{échangé}}$ ) dans l'évaporateur en considérant le débit vapeur ( $Q_v$ ) égal à 807,5 kg/h.

On donne :  $\Phi_{\text{échangé}} = Q_v \times (H_v - H_c)$  en kJ/h.

--

**3.1.8 Déterminer** le coefficient thermique global de l'évaporateur.

On donne : S (surface du faisceau tubulaire) : 38 m<sup>2</sup>

$\Delta T_{LM}$  (moyenne logarithmique de température) : 66 °C

--

**3.1.9** Le coefficient global d'échange thermique minimum donné par le constructeur de l'évaporateur est de 800 kJ/(h.m<sup>2</sup>.°C). **Comparer** cette valeur avec celle que vous avez calculée et **donner** deux raisons possibles de ce dysfonctionnement.

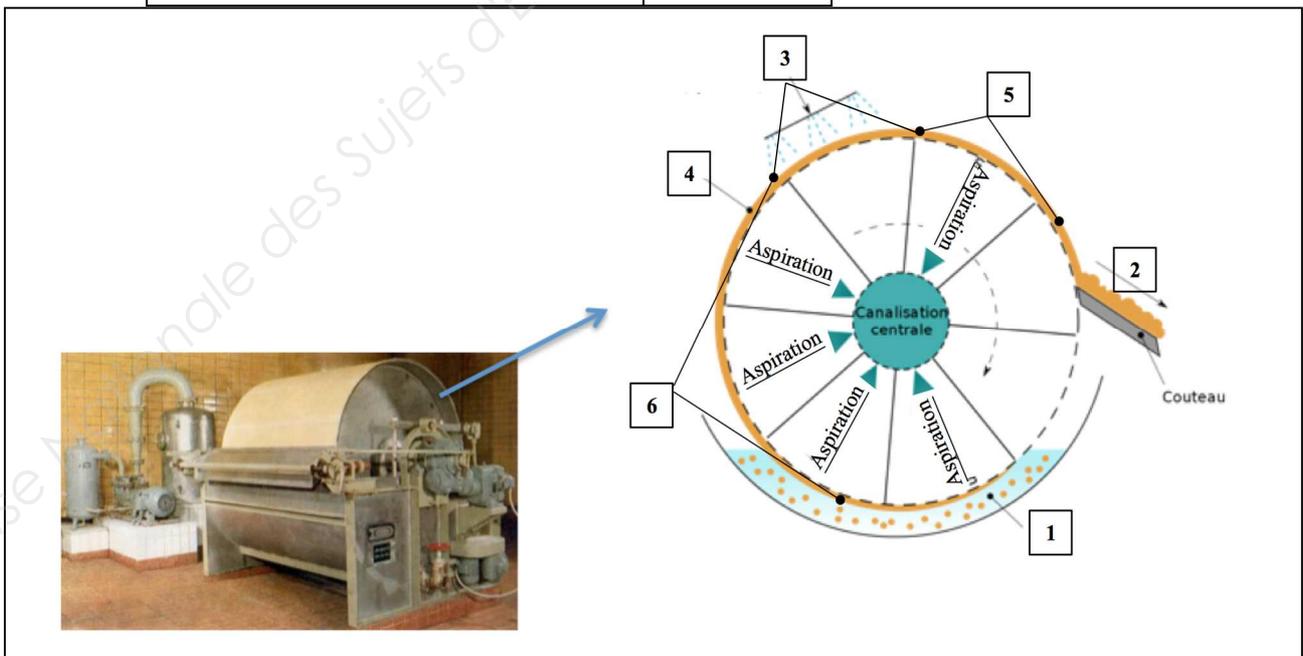
### 3.2 Production du gâteau de protéines

#### 3.2.1 Fabrication du gâteau de protéines (gluten de maïs) sur filtre rotatif

Les filtres rotatifs (**S8**) permettent de récupérer un gâteau de protéines.

**Compléter** le tableau de nomenclature ci-dessous à l'aide du schéma du filtre.

Légende	Numéro
Mélange à filtrer	
Gâteau	
Zone de lavage	
Zone de filtration	
Zone de séchage	
Sortie gâteau de protéines	



### 3.2.2 Conduite du filtre rotatif

La conduite du filtre rotatif afin d'obtenir un gâteau de protéines le plus sec possible (siccité) dépend de certains paramètres de fonctionnement. **Compléter** le tableau de variation ci-dessous.

Légende :

Augmentation           ↑

Diminution             ↓

Sans effet               →

Facteurs influents	Sens de variation	Variation de la siccité du gâteau
Différence de pression ( $\Delta P$ )	↑	
Surface de filtration	↓	
Viscosité du filtrat	↓	
Épaisseur du gâteau	↑	
Température de la suspension à filtrer	↓	
Concentration en solide de l'alimentation	↑	

## 4. CONFORMITÉ DES PRODUITS FINIS : LIQUEUR DE MAÏS ET AMIDON (15 points)

### 4.1 Composition et conformité de la liqueur de maïs produite

**4.1.1** Un lot de 5 t de liqueur de maïs doit être expédié (n° lot LE-LM-18430). Auparavant un extrait sec est effectué sur un échantillon afin de vérifier sa conformité par rapport aux spécifications. Les résultats obtenus sont les suivants :

Matière sèche	%	<b>49,5</b>
Matière azotée totale	% MS	<b>43,3</b>
Sucres	% MS	<b>10,6</b>
Cellulose brute	% MS	<b>0,7</b>
Matière grasse	% MS	<b>0,4</b>
Acidité totale (acide lactique)	% MS	<b>24,2</b>
Matière minérale	% MS	<b>20,8</b>

**Justifier** que le lot est bien conforme.

**4.1.2** Le client du lot n° LE-LM-18430 souhaite connaître la composition globale de cette liqueur et pas seulement sa composition en matière sèche (MS) telle que définie précédemment. Les résultats sont à donner en kg arrondi à l'unité.

a) **Vérifier** que la masse de matière sèche (MS) contenue dans la liqueur est de 2 475 kg.

**En déduire** la masse d'eau contenue dans la liqueur et son pourcentage massique.

b) **Calculer** la masse de matière azotée et celle des autres constituants dans la matière sèche.

c) **Calculer** le pourcentage massique de chaque constituant dans le lot de liqueur de maïs.

--

d) **Compléter** le tableau de composition globale du lot ci-dessous :

Lot n° .....		Masse kg	Pourcentage massique %
Eau			
Matière sèche (MS)	Matière azotée totale		
	Sucres		
	Cellulose brute		
	Matière grasse		
	Acidité totale (acide lactique)		
	Matière minérale		
Total		5 000	100

e) **Calculer** les quantités de minéraux en g contenus dans le lot ; **détailler** les calculs dans le tableau :

Calcium		..... g
Phosphore		..... g
Potassium		..... g
Sodium		..... g
Magnésium		..... g

## 4.2 Conformité de l'amidon natif

### Détermination du taux d'humidité d'un échantillon d'amidon

En fin de fabrication un opérateur récupère un échantillon d'amidon natif afin d'effectuer un taux d'humidité. Il utilise une étuve, une balance de précision et une coupelle.

**4.2.1** À l'aide du dossier ressources page 5, **préciser** la température de réglage de l'étuve.

--

**4.2.2** En suivant le protocole de ce contrôle, il remplit le tableau suivant au fur et à mesure de ses manipulations.

Masse de la coupelle vide	60,08 g
Masse de la coupelle avec l'échantillon humide, avant séchage	72,54 g
Masse de la coupelle avec l'échantillon après séchage	70,97 g

À l'aide du dossier ressources page 9, **calculer** le taux d'humidité obtenu en fin de fabrication.

**Indiquer** si l'échantillon est conforme par rapport au taux d'humidité. **Justifier**.

--



## Annexe 2 : fiche bilan de l'évaporateur E1

