



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

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie 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.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

BIO-INDUSTRIES DE TRANSFORMATION

SESSION 2016

ÉPREUVE E1 : ÉPREUVE SCIENTIFIQUE

Sous-épreuve E11 : **génie Industriel**

Calculatrice autorisée, conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999.

Aucun document autorisé.

*Le sujet se compose de 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.*

Ce sujet sera rendu dans sa totalité, agrafé dans votre copie anonymée.

SUJET		
BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL BIO-INDUSTRIES DE TRANSFORMATION	E ₁ : ÉPREUVE SCIENTIFIQUE Sous épreuve E11 : GÉNIE INDUSTRIEL	
Repère : 1606-BIOSTA	Coefficient : 3	Durée : 2 h Page 1 sur 10

ÉTUDE DE LA FABRICATION DE TABLETTES DE CHOCOLAT

En chocolaterie les matières premières utilisées sont stockées en silos dans des conditions de température et d'humidité relative contrôlées.

Le sucre est d'abord pré-broyé (broyeur à marteaux) avant d'être introduit dans le pétrin avec les autres ingrédients (pâte de cacao, beurre de cacao, poudre de lait).

Le processus de mélange et pétrissage des ingrédients permet d'obtenir une pâte brute de chocolat où les grains sont encore perceptibles.

L'étape de broyage ou raffinage aboutit à une pâte beaucoup plus souple et fine. La pâte raffinée est encore poudreuse et acide ; il faut la maturer à 45 – 50 °C pendant 24 h.

L'étape de conchage est réalisée dans une cuve à double enveloppe (conche).

Dans un premier temps, la masse est chauffée à 80 °C pendant 6 à 12 h ce qui permet une perte d'humidité et de certaines substances volatiles.

Dans un second temps, on ajoute le beurre et de la lécithine pour donner au chocolat la fluidité requise et abaisser sa température.

Pour obtenir les tablettes, on procède à un tempérage : la masse est refroidie de 50 °C à 18 °C en 30 minutes en agitant constamment. On maintient cette température pendant 10 minutes ; ensuite on la réchauffe 5 minutes à 30 °C.

Cette étape permet la formation de cristaux thermostables de couleur brillante.

Le moulage s'effectue à l'aide d'une doseuse automatique sur une ligne automatisée. Le chocolat est ensuite refroidi dans des tunnels à 10 °C, puis démoulé et conditionné.

1. Étude de l'installation (17,5 points)

1.1. À partir du texte ci-dessus et du schéma du procédé en **annexe 1** :

1.1.1. Nommer les appareils dans le **tableau n°1** en **annexe 2**.

1.1.2. Préciser la fonction des appareils dans le **tableau n°1** en **annexe 2**.

1.2. Une boucle de régulation est schématisée en **annexe 1**.

1.2.1. Repérer les éléments de la boucle de régulation en les entourant sur le schéma de procédé en **annexe 1**.

1.2.2. Nommer la grandeur réglée, la grandeur réglante, la consigne et une grandeur perturbatrice.

2. Étude du conchage (13,5 points)

2.1. L'entreprise souhaite augmenter la capacité de sa conche qui est actuellement de 100 L.

2.1.1. Indiquer, à partir du document en **annexe 3**, la capacité possible de la nouvelle conche en entourant la valeur retenue pour une puissance disponible du moteur alimentant la nouvelle conche de 20kW.

2.1.2. Calculer le volume en m³ d'encombrement de cette nouvelle conche (voir **annexe 3**).

2.2. La qualité du conchage dépend essentiellement de deux paramètres : le temps d'homogénéisation et la vitesse de rotation.

2.2.1. Préciser l'évolution de la valeur avec une flèche dans le **tableau n°2** en **annexe 4** pour chaque variation de paramètres :

- ↗ si la valeur augmente,
- ↘ si la valeur diminue et
- → si la valeur reste constante.

2.2.2. Justifier la réponse dans le **tableau n°2** en **annexe 4**.

2.3. La sonde de température utilisée est une sonde de type Pt 100. Un problème au niveau de la sonde est apparu lors du chauffage à 80 °C. Une résistance de 123,24 Ω a été mesurée.

2.3.1. Relever la valeur de la résistance prévue à une température de 80 °C en l'entourant sur la table de correspondance en **annexe 5**.

2.3.2. Justifier le choix du technicien de maintenance de remplacer la sonde.

2.4. Au cours du conchage d'une fabrication, un chauffage insuffisant provoque une cristallisation partielle du chocolat.

2.4.1. Énoncer une cause possible de ce chauffage insuffisant sachant que la sonde de température fonctionne correctement.

2.4.2. Proposer une action préventive pour éviter la non-conformité.

3. Étude du tempérage (19 points)

3.1. Lors du tempérage, un batch de 200 kg est refroidi de 50 °C à 18 °C.

Cette opération est réalisée dans une cuve à double enveloppe où de l'eau glycolée entre à une température de – 5 °C et sort à une température de + 15 °C.

3.1.1. Calculer la quantité de chaleur nécessaire à enlever lors du tempérage du mélange de 50 °C à 18 °C.

3.1.2. Calculer la puissance thermique en kW nécessaire au tempérage sachant que la température de 18 °C est obtenue au bout de 30 minutes.

3.1.3. Calculer le débit massique d'eau glycolée, exprimé en $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$, nécessaire au refroidissement du chocolat en supposant que la puissance thermique cédée est de 7,5 kW.

Données: Capacité thermique massique du mélange : $c_m = 2,1 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$
Capacité thermique massique de l'eau glycolée : $c_e = 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
 $P = q \cdot c \cdot \Delta T$

3.2. L'eau glycolée est refroidie à – 5 °C à l'aide d'un groupe froid à compression mécanique schématisé en **annexe 6**.

3.2.1. Compléter le schéma en **annexe 6** en nommant les quatre éléments constitutifs du groupe froid.

3.2.2. Préciser par un fléchage sur le schéma en **annexe 6** le sens de circulation du fluide frigorigène.

4. Étude du moulage (10 points)

Le moulage est automatisé. Le schéma de l'installation est présenté en **annexe 7**.

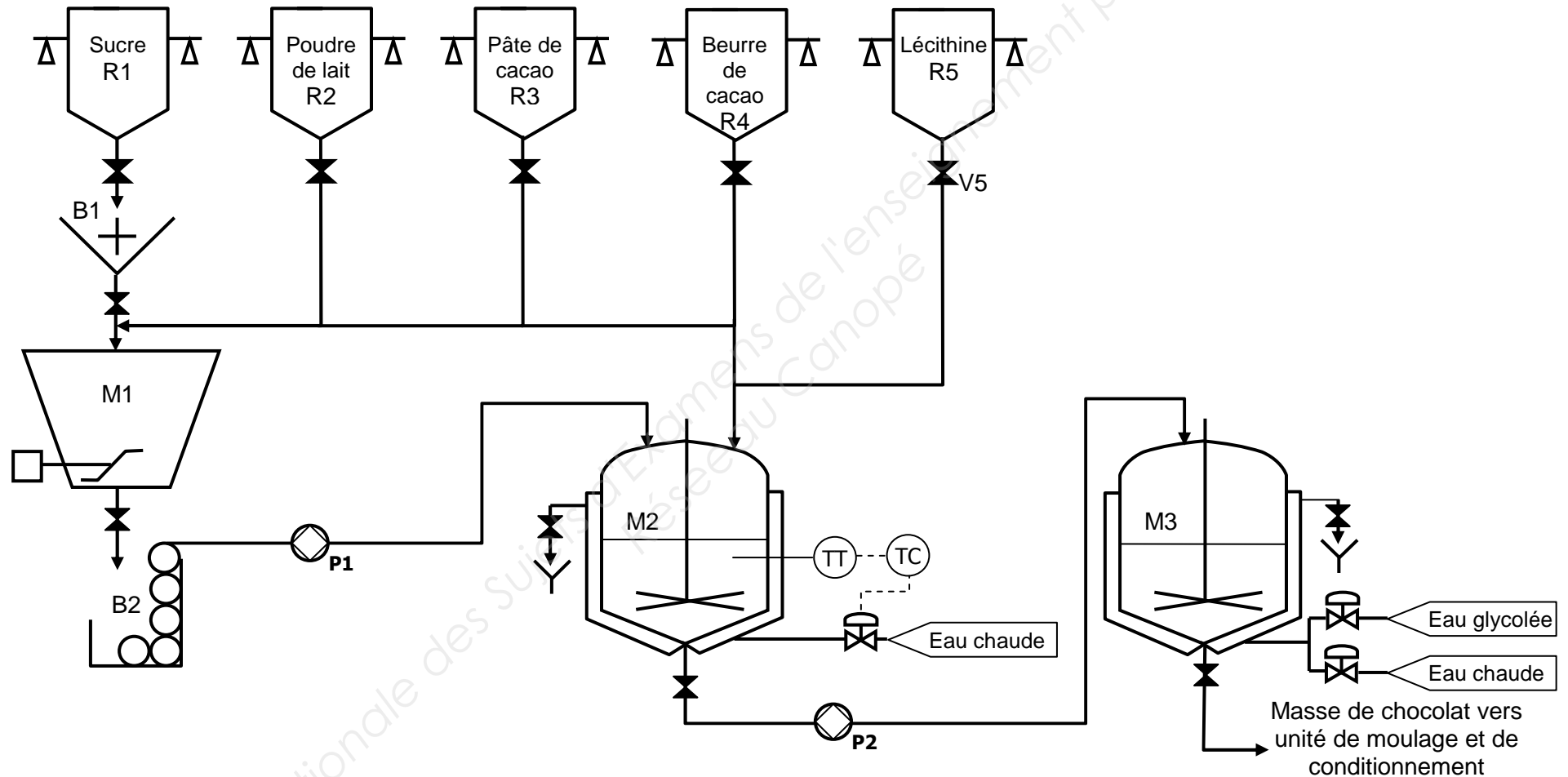
4.1. Compléter le GRAFCET en **annexe 8** à partir du cahier des charges donné en **annexe 7**.

4.2. Lors du moulage, un arrêt de la ligne dû à un défaut de masse est régulièrement observé.

4.2.1. Énoncer deux causes possibles de ce dysfonctionnement.

4.2.2. Proposer une action corrective pour résoudre ce défaut.

SCHÉMA DE PROCÉDÉ DE LA FABRICATION DE TABLETTES DE CHOCOLAT



Source schéma créé par les auteurs

TABLEAU N°1 : LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DE L'INSTALLATION

Repère	Nom de l'appareil	Fonction(s)
R1		
V5		
B1		
M1		
B2		
P1		
M2		
M3		

ANNEXE 3

À remettre avec la copie

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES D'UNE CONCHE

Rubrique	20 L	100 L	500 L	1500 L	3000 L
Capacité max. (L)	20	100	500	1500	3000
Qualité de l'homogénéisation (µm)	20 - 25	20 - 25	20 - 25	20 - 25	20 - 25
Vitesse de rotation (tour/min)	93	48	33	35	35
Temps d'homogénéisation (h)	8 - 10	12 - 16	16 - 22	16 - 22	16 - 22
Puissance du moteur principal (kW)	1,5	5,5	15	22	45
Puissance du chauffage électrique (kW)	0,6	2,5	5	6	12
Poids (kg)	295	1050	2572	4850	7500
Encombrement (mm)	920×600× 1110	1200×1150× 1050	2000×1860× 1280	2920×1912× 1920	3450×2016× 2280

<http://www.shfoodmachine.fr/3-1-chocolate-conche.html>

ANNEXE 4

TABLEAU N°2 : PARAMÈTRES DU RÉGLAGE DE LA CONCHE À CHOCOLAT

Préciser l'évolution de la valeur avec une flèche pour chaque variation de paramètres:

↗ Si la valeur augmente,

↘ Si la valeur diminue,

→ Si la valeur reste constante.

Vitesse de rotation	Temps d'homogénéisation	Qualité de l'homogénéisation	Justification
↗		→	
↘	→		
→	↘		
	↗	→	

ANNEXE 5

À remettre avec la copie

LA SONDÉ EN PLATINE OU SONDÉ PT100

Les sondes thermométriques ou platine sont les sondes les plus rencontrées dans le milieu industriel. La valeur normalisée de la résistance des sondes de platine est de 100Ω à 0°C . Dans une plage de température comprise entre -200°C et 850°C .

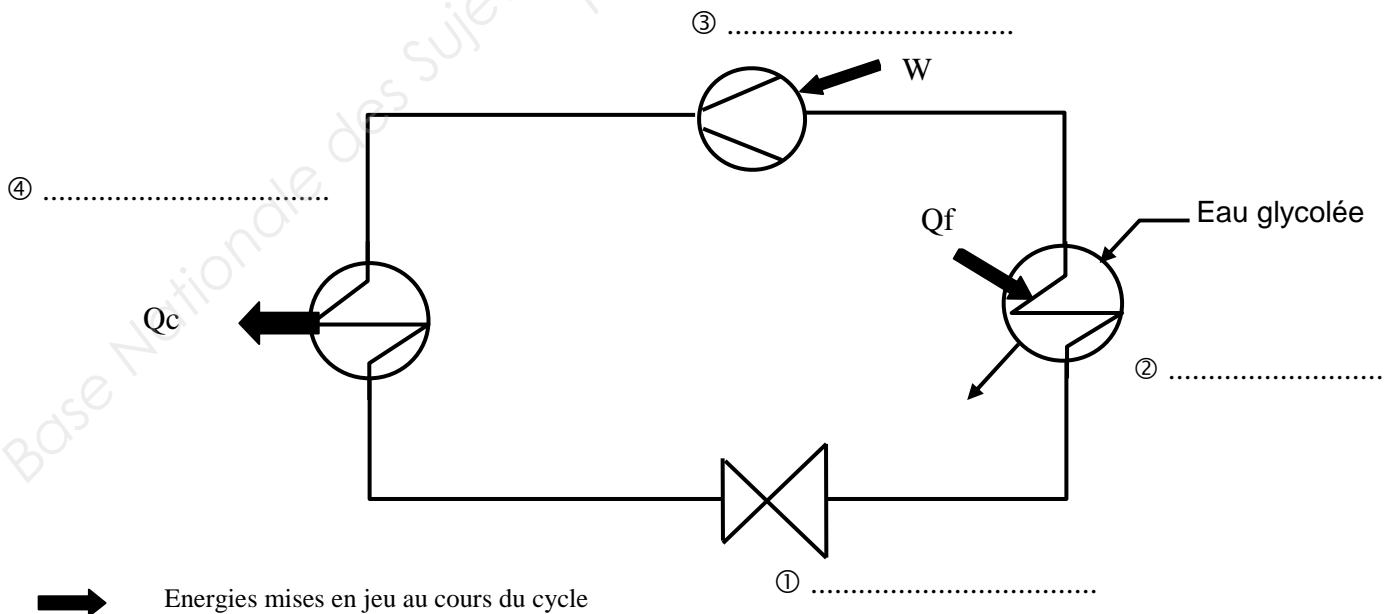
TABLE DE CORRESPONDANCE ENTRE LA TEMPÉRATURE ET LA RÉSISTANCE D'UNE SONDÉ DE TEMPÉRATURE Pt100

Exemple (cases hachurées) : la valeur ohmique de la sonde Pt100 est de $119,01 \Omega$ à 49°C

Température en $^\circ\text{C}$	Valeur Ohmique de la sonde Pt100 en Ω									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100	100,39	100,78	101,17	101,56	101,95	102,34	102,73	103,12	103,51
10	103,90	104,29	104,68	105,07	105,46	105,85	106,24	106,63	107,02	107,40
20	107,79	108,18	108,57	108,96	109,35	109,73	110,12	110,51	110,90	111,28
30	111,67	112,06	112,45	112,83	113,22	113,61	113,99	114,38	114,77	115,15
40	115,54	115,93	116,31	116,70	117,08	117,47	117,82	118,24	118,62	119,01
50	119,40	119,78	120,16	120,55	120,93	121,32	121,70	122,09	122,47	122,86
60	123,24	123,62	124,01	124,39	124,77	125,16	125,54	125,92	126,31	126,69
70	127,07	127,45	127,84	128,22	128,60	128,98	129,37	129,75	130,13	130,51
80	130,89	131,27	131,66	132,04	132,42	132,80	133,18	133,56	133,94	134,32
90	134,70	135,08	135,46	135,84	136,22	136,60	136,98	137,36	137,74	138,12

ANNEXE 6

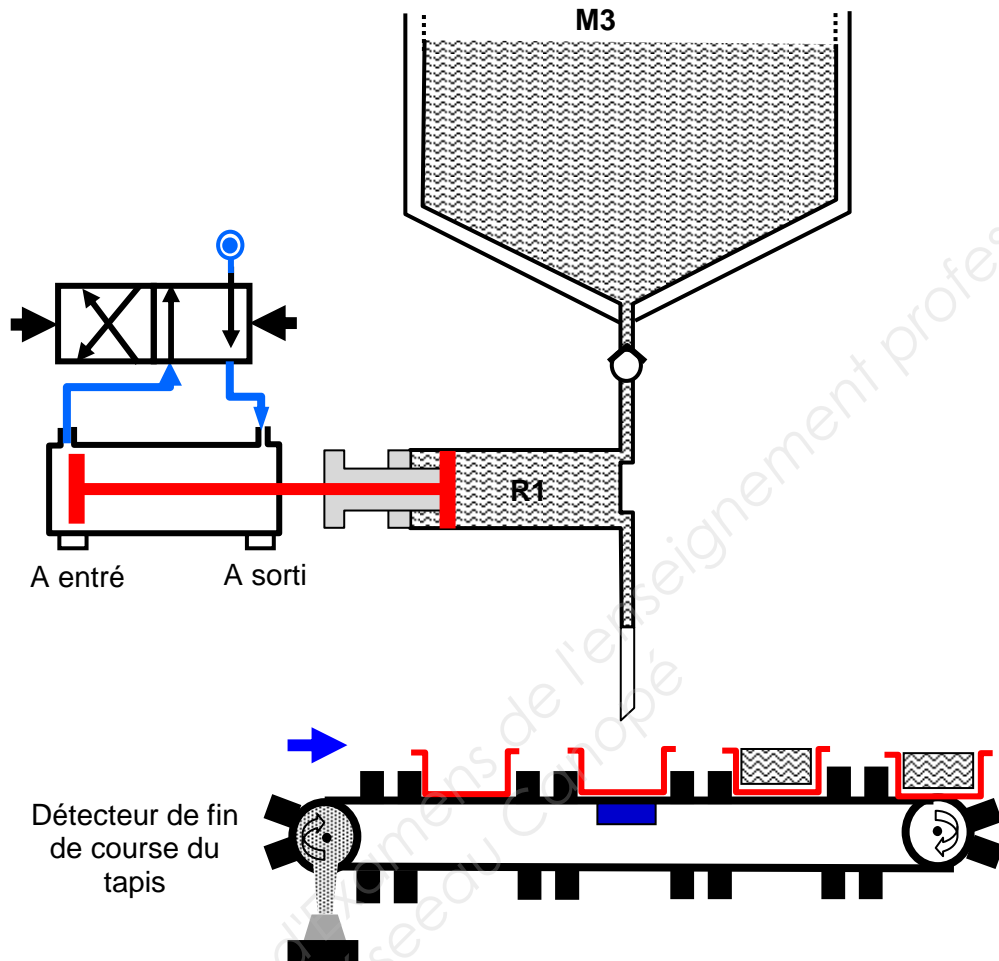
SCHÉMA : GROUPE FROID À COMPRESSION MÉCANIQUE



Source schéma créé par les auteurs

ANNEXE 7

SCHÉMA DU SYSTÈME AUTOMATISÉ DE MOULAGE DU CHOCOLAT



Source schéma créé par les auteurs

Informations complémentaires :

Le vérin A est équipé de capteurs de position :

- Vérin A en position « entré » remplissage en chocolat de la chambre R1.
- Vérin A position « sorti » refoulement du contenu dans la chambre R1 dans un moule.

Conditions initiales : Vérin A en position entré, présence d'un moule et départ cycle

Cycle de fonctionnement :

L'ordre de départ du cycle donné par l'opérateur ne peut être pris en compte que si les conditions initiales sont réalisées. Le vérin A sort pour remplir le moule. Dès que la masse dans le moule de chocolat est atteinte le tapis convoyeur avance d'un pas puis le vérin A retourne en position « entré ». Un capteur permet de détecter l'avancée du tapis d'un pas. Un cycle peut alors recommencer.

ANNEXE 8

À remettre avec la copie

GRAF CET

Compléter le GRAFCET suivant à l'aide de l'Annexe 7.

