

E2 : ÉPREUVE TECHNOLOGIQUE

ÉTUDE DE FABRICATION

N.B.: Toutes les annexes sont à rendre avec la copie.

L'usage des documents personnels est strictement interdit.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

FABRICATION D'UN REPAS COMPLET POUR CHIEN

Avec huit millions de chiens et neuf millions de chats en France, le marché des aliments pour ces animaux est très important. L'industrie des aliments pour animaux de compagnie constitue un puissant moteur pour l'agriculture et l'élevage français, favorisant l'utilisation de produits qui ne seraient pas consommés par l'homme.

Description du procédé de fabrication d'un repas complet pour chien

Le procédé de fabrication comprend trois grandes parties : la préparation des farines, la cuisson extrusion et le conditionnement.

Après avoir été pesées, les différentes matières premières (farine de viande – levure de bière – pulpe de betteraves – céréales) sont pré-mélangées dans un mélangeur à vis puis broyées dans un broyeur à marteaux. À l'issue de cette opération on obtient des particules dont le diamètre moyen est de 0,5 mm. Les farines obtenues sont ensuite tamisées, les particules dont le diamètre est supérieur à 1 mm retournent dans le broyeur. Les farines passent dans un mélangeur à double ruban qui permet d'incorporer des substances minérales, des vitamines, ainsi que de l'huile de soja. Les mélanges ainsi obtenus sont stockés dans des silos sur pesons afin de contrôler le débit au niveau du cuiseur-extrudeur.

Le passage dans un cuiseur-extrudeur permet d'obtenir des croquettes de viande encore humides qui devront être séchées sur lit fluidisé. Elles sont ensuite arrosées de graisse et enrobées dans une cuve de mélange dont l'agitation est assurée par une vis. Les croquettes sortent à une température de 75 °C et sont refroidies à 30 °C par passage sur un autre système à lit fluidisé, puis stockées.

Pour finir, les croquettes sont mélangées sur un tapis avec des matières premières auxiliaires déshydratées (riz, carottes, poireaux, flocons de maïs) stockées dans un silo voisin. Le mélange obtenu est ensuite conditionné sous atmosphère modifiée en sachets de 500 g sur lesquels sont imprimées les informations liées à la traçabilité et à la durée de conservation.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL BIO-INDUSTRIES DE TRANSFORMATION Session 2008		
SUJET	E2 - Étude de fabrication	
	Coefficient : 5	Durée : 4 h 00
Repère : 0806-BIOT	Ce sujet comporte 11 pages	Page 1/11

PARTIE 1 : GÉNIE INDUSTRIEL ET GÉNIE DES PROCÉDÉS

(50 points)

1. Etude du procédé (20 points)

- 1.1. Compléter le schéma de principe figurant en annexe 1, en indiquant les différentes opérations unitaires.
- 1.2. Après pesée les différentes matières premières sont broyées dans un broyeur à marteaux.
 - 1.2.1. Énoncer les objectifs de l'opération de broyage.
 - 1.2.2. Légender le schéma du broyeur à marteaux présenté en annexe 3.
- 1.3. Après broyage les farines sont tamisées.
 - 1.3.1. Préciser les objectifs de l'opération de tamisage.
 - 1.3.2. Citer un appareil permettant de réaliser cette opération et expliquer son fonctionnement.
 - 1.3.3. Définir les termes de refus et de passant.
- 1.4. Les farines tamisées et additionnées de vitamines, minéraux et graisses sont envoyées vers un cuiseur-extrudeur.
 - 1.4.1. Indiquer l'objectif de la cuisson extrusion.
 - 1.4.2. Décrire avec précision cette opération.
- 1.5. Au sortir du cuiseur-extrudeur le séchage de croquettes se fait par passage dans un sécheur à lit fluidisé continu.
 - 1.5.1. Citer trois paramètres qui peuvent influencer la vitesse d'un séchage.
 - 1.5.2. Citer quatre techniques de séchage destinées à la production de substances sèches.
 - 1.5.3. Légender le schéma du sécheur à lit fluidisé en annexe 2.
 - 1.5.4. Présenter quatre avantages du séchage sur lit fluidisé.

2. Bilan matière (10 points)

Les croquettes humides sont déshydratées dans un sécheur sur lit fluidisé. À partir des renseignements portés sur l'annexe 4 :

- 2.1. Calculer la masse d'eau retirée aux croquettes en 1 heure.
- 2.2. Calculer le débit massique Q_{m2} de croquettes déshydratées.
- 2.3. Calculer le pourcentage de matière sèche MS_2 des croquettes déshydratées.
- 2.4. Calculer la teneur en eau n_s de l'air sortant.

Faire figurer les calculs sur la copie.

- 2.5. Récapituler les résultats sur l'annexe 4 (à rendre avec la copie).

3. Bilan énergétique (10 points)

Réalisée par induction dans l'extrudeur, la cuisson provoque l'échauffement et la vaporisation de l'eau du produit.

Données :

- Masse volumique l'eau : $\rho = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.
- Capacité thermique massique de l'eau : $c = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.
- Capacité thermique massique de la vapeur d'eau : $c = 1,9 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$.
- Chaleur latente de vaporisation de l'eau : $L_v = 2\,200 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

$$Q = nc\Delta t^\circ$$

$$Q = m.L$$

- 3.1. Le débit volumique d'eau éliminée est de 150 L.h^{-1} . Déterminer le débit massique de l'eau en kg.s^{-1} .
- 3.2. Le système de chauffage porte la température du mélange de croquettes de 20 °C à 120 °C .
Calculer la puissance thermique totale utile au chauffage et à la vaporisation de l'eau.
- 3.3. Le rendement global de l'installation de chauffage par induction est de 90% . Déduire la puissance électrique totale absorbée.

4. Automatisme (10 points)

Un mélange de croquettes et de carottes est réalisé de manière automatique.

La station automatisée de mélange fonctionne dans les conditions décrites en annexe 5.

À partir des informations fournies, compléter le GRAFCET de la station automatisée de mélange en annexe 6.

PARTIE 2 : SCIENCES ET TECHNIQUES DES BIO-INDUSTRIES (50 points)

1. Étude des matières premières (14 points)

La formulation des croquettes comprend entre autres des céréales, de la farine de viande, de la levure de bière et de la pulpe de betteraves.

1.1. Les céréales

- 1.1.1. Préciser le nom de la principale protéine du blé.
- 1.1.2. Le blé contient de l'amidon : présenter sa principale propriété technologique.
- 1.1.3. Le blé contient aussi des lipides et des protéines : expliquer comment ces composants réagissent avec l'amidon.
- 1.1.4. Indiquer deux autres composants biochimiques du blé.

1.2. La viande constitue une part importante du repas complet pour chien, elle apporte notamment la majeure partie des protéines nécessaires dans la ration alimentaire.

- 1.2.1. Citer les trois principales protéines du muscle et indiquer celle qui influence directement la tendreté de la viande.
- 1.2.2. Citer dans l'ordre chronologique les trois phases de l'évolution du muscle en viande et en expliquer une.

1.3. La levure de bière est produite en quantité industrielle par fermentation.

- 1.3.1. Donner le nom scientifique de la levure de bière.
- 1.3.2. Nommer la fermentation réalisée par la levure de bière et en écrire l'équation chimique globale.

1.4. La pulpe de betterave utilisée dans la fabrication doit être débarrassée du sucre.

Pour cela, les betteraves sont découpées et mises à tremper dans de l'eau chaude.
Nommer et expliquer le phénomène physique qui permet le passage du sucre dans l'eau.

2. Étude des opérations de transformation (26 points)

L'opération de cuisson extrusion associe texturation - cuisson – déshydratation - destruction microbienne et mise en forme du produit.

2.1. Définir la « texturation ».

2.2. Expliquer les changements physiques subis par le produit pendant l'opération de cuisson extrusion.

2.3. Indiquer les conséquences de la cuisson d'un produit sur les protéines, les lipides et les glucides le composant.

2.4. Citer les paramètres d'un barème de traitement thermique.

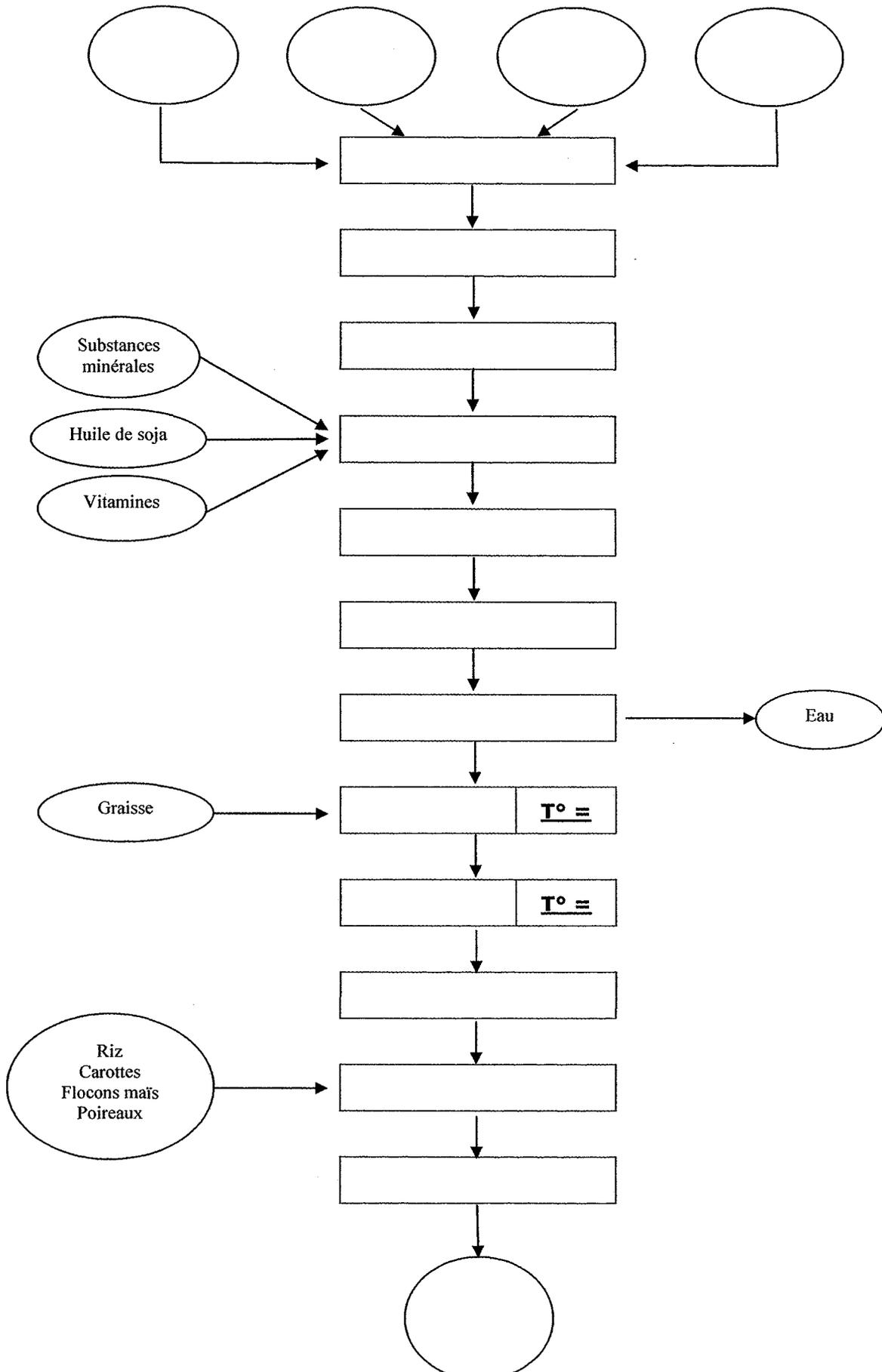
2.5. À l'issue de la cuisson extrusion, le produit présente une structure alvéolée. Expliquer pourquoi.

- 2.6. Les opérations de cuisson et de séchage entraînent une évolution de la couleur du produit.
 - 2.6.1. Donner le nom de la réaction responsable de cette évolution.
 - 2.6.2. Citer trois conséquences de cette réaction sur le produit.
 - 2.6.3. Indiquer deux moyens de prévention.
- 2.7. Différencier Aw et teneur totale en eau en %.
- 2.8. Justifier la baisse de l'activité de l'eau liée à l'opération de séchage.
- 2.9. Les croquettes sont conditionnées en sachets sous atmosphère modifiée.
 - 2.9.1. Donner les objectifs du conditionnement sous atmosphère modifiée.
 - 2.9.2. Indiquer deux avantages et deux inconvénients de ce conditionnement.

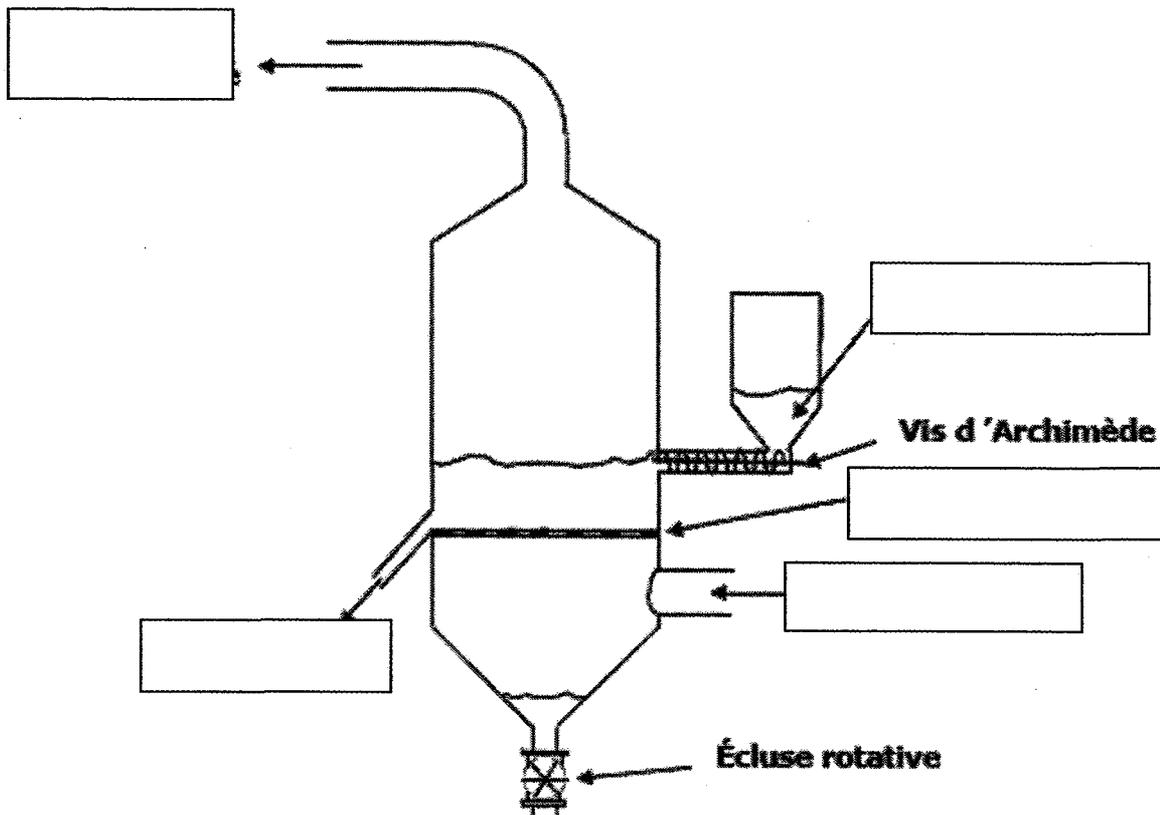
3. Le contrôle qualité et l'étiquetage (10 points)

- 3.1. Après l'opération de broyage une analyse granulométrique est pratiquée pour vérifier la qualité du broyage.
 - 3.1.1. Présenter une méthode d'analyse granulométrique.
 - 3.1.2. À partir de la courbe granulométrique présentée en annexe 7 et sachant que la maille nominale est de 0,5 mm, positionner et déterminer le pourcentage de total tamisable (ensemble des particules < 0,5 mm).
- 3.2. Proposer et justifier trois autres contrôles à réaliser sur le produit fini.
- 3.3. Définir les sigles DLUO et DLC.
- 3.4. Justifier l'application d'une DLUO à ce produit.
- 3.5. La réglementation a rendu obligatoire la traçabilité : citer le moyen utilisé pour assurer la traçabilité du produit.

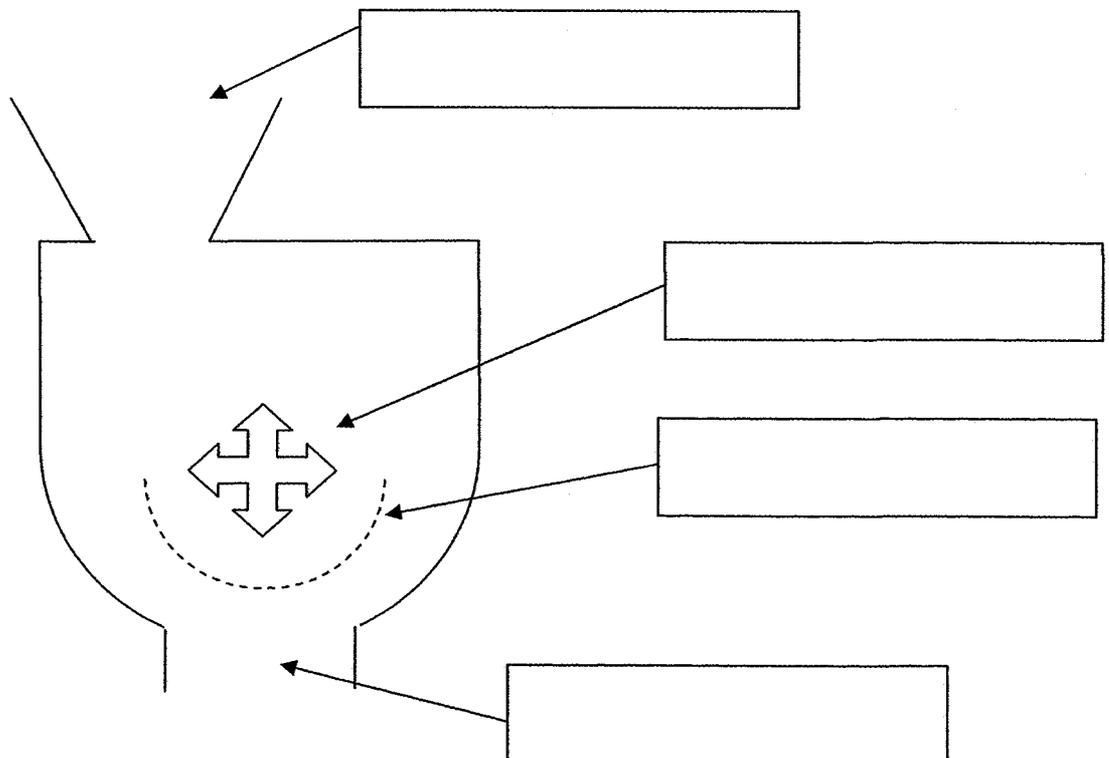
ANNEXE 1 :
DIAGRAMME DE FABRICATION D'UN REPAS COMPLET POUR CHIEN



ANNEXE 2 :
SCHÉMA SIMPLIFIÉ D'UN SECHÉUR À LIT FLUIDISÉ CONTINU

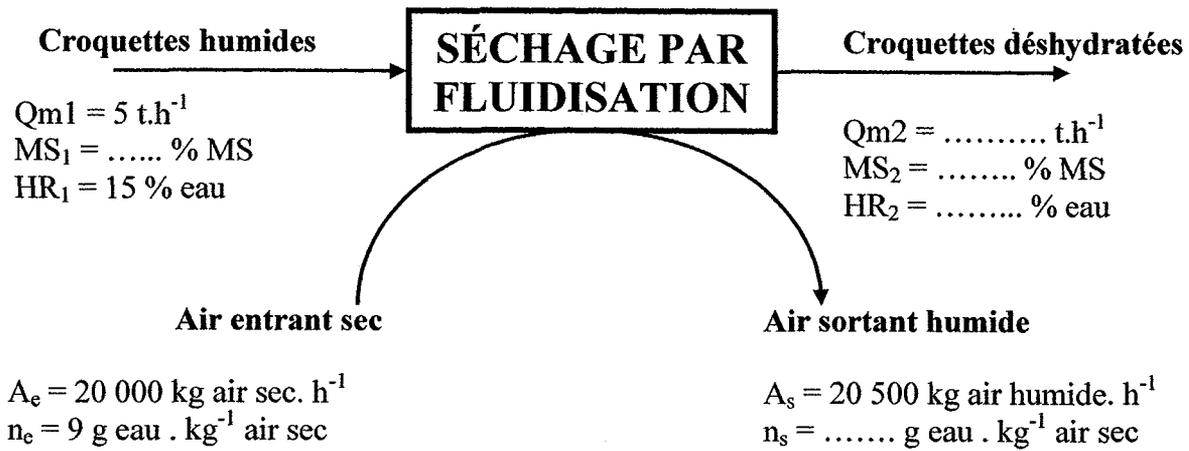


ANNEXE 3 :
SCHÉMA D'UN BROYEUR À MARTEAUX



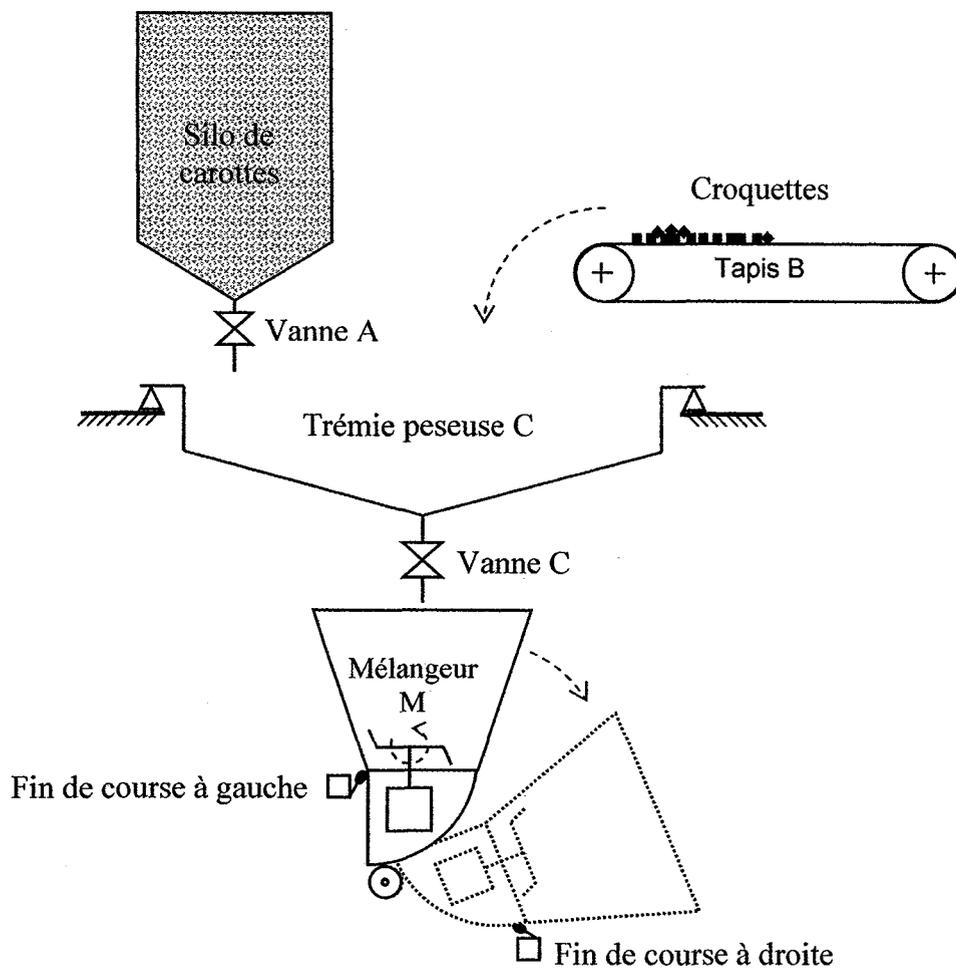
ANNEXE 4 : SCHÉMA DE PRINCIPE DU SÉCHAGE

Document à compléter et à remettre avec la copie.



DETAIL DES CALCULS :

ANNEXE 5 : SCHEMA DE LA STATION DE MELANGE



CYCLE DE FONCTIONNEMENT

L'ordre de départ du cycle est donné par l'opérateur. Il n'est pris en compte que si la trémie est vide, le mélangeur est à gauche, la vanne C fermée, la vanne A fermée.

Les carottes sont d'abord pesées dans la trémie C.

Les croquettes sont ensuite pesées.

L'ensemble est envoyé dans le mélangeur et malaxé pendant dix minutes.

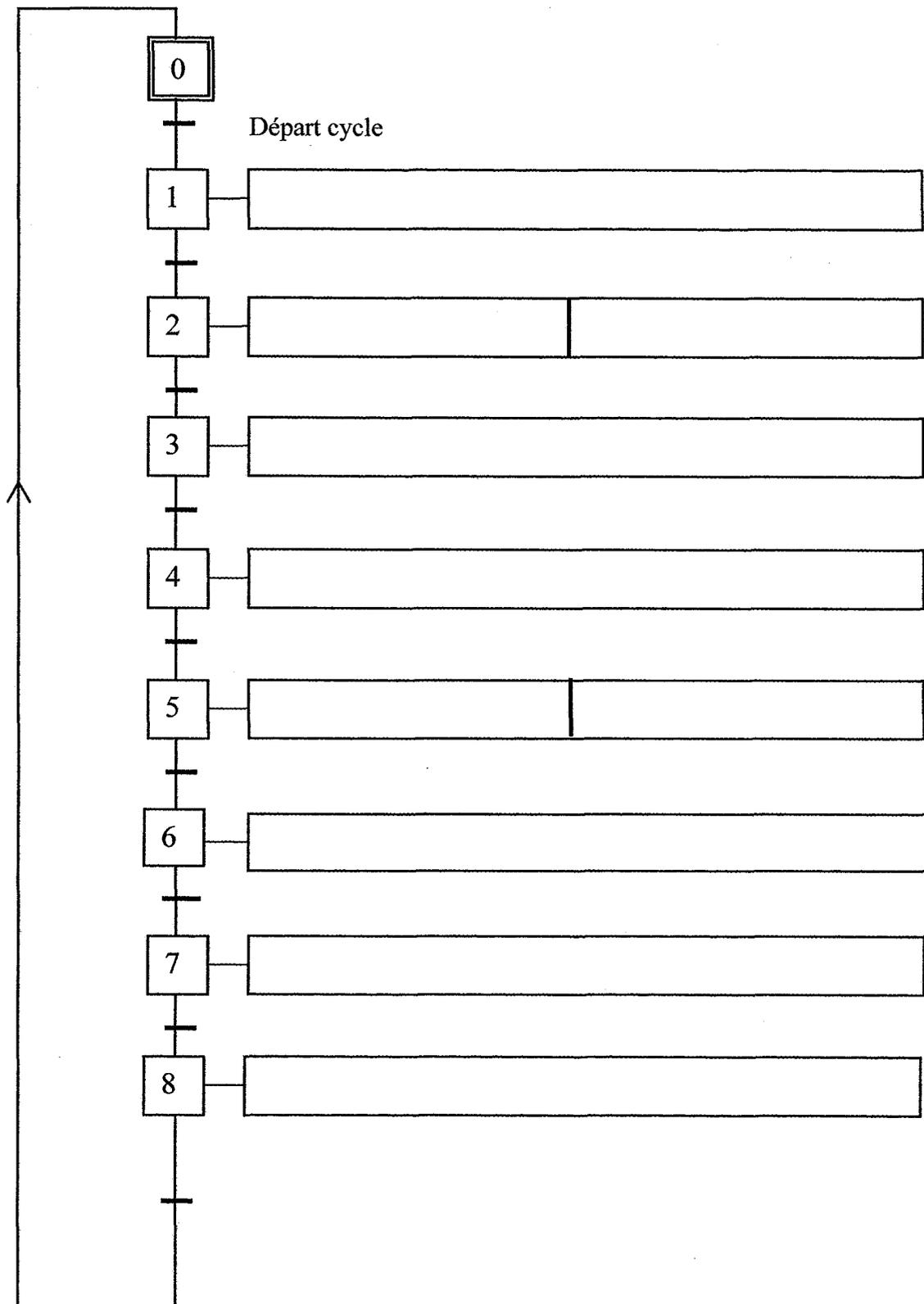
Le mélangeur est vidé par pivotement à droite ; le malaxage est maintenu pendant 5 minutes. Le cycle se termine par le retour à gauche du mélangeur.

Actions
Ouverture de la vanne A
Fermeture de la vanne A
Avance du tapis B
Ouverture de la vanne C
Fermeture de la vanne C
Arrêt du tapis B
Pivotement à droite
Pivotement à gauche
Malaxage

Etats
Durée : 10 minutes
Durée : 5 minutes
Vanne A fermée
Vanne C fermée
Tapis B arrêté
Trémie vide
Masse de carottes atteinte
Masse de croquettes atteinte
Mélangeur à droite
Mélangeur à gauche

ANNEXE 6 : AUTOMATISME (10 points)

GRAFCET de niveau 1



ANNEXE 7

Courbe d'analyse granulométrique de poudres obtenues par passage dans un broyeur à marteaux lors de la fabrication d'un repas complet pour chiens : % passants cumulés = f (taille maille)

