

Étude énergétique d'une laiterie

Partie A : consommation électrique de la laiterie

Afin d'aider les exploitations agricoles à réaliser des économies d'énergie, l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), l'institut des élevages et les chambres régionales d'agriculture ont conduit une étude sur les niveaux de consommation d'énergie des bâtiments d'élevage laitier.

Les documents (A1) et (A2) utiles à la réflexion sont présentés en annexe A, page 3.

A.1. Équipements électriques présents dans les laiteries

Les équipements électriques sont multiples. L'essentiel de ces équipements est lié au bloc « traite » :

- le tank (ou réservoir) à lait qui permet le refroidissement du lait et son stockage,
- le chauffe-eau,
- l'éclairage du bloc traite,
- les équipements de nettoyage,
- les autres postes...

ANNEXE A : Consommation électrique de la laiterie

Le relevé précis des puissances et du temps de fonctionnement de chacun des équipements permet d'évaluer la consommation pour l'ensemble des postes à l'exception du tank. En effet, la consommation du tank est liée à la température du lait, aux conditions climatiques, à l'aménagement de la laiterie, et ne peut être connue avec précision qu'au moyen d'enregistrements spécifiques. La consommation du tank est donc calculée par différence entre la consommation totale et celle des autres postes.

La consommation électrique moyenne annuelle de l'ensemble des postes représente 420 kW.h par vache laitière en production.

Extrait de l'ouvrage consommation d'énergie en bâtiments d'élevage laitier élaboré par les chambres d'agriculture, l'institut d'élevage et l'ADEME

A1 – Le bloc traite, premier poste de consommation

	Consommation en kW.h par vache laitière
Tank	
Chauffe-eau	120
Pompe à vide	68
Eclairage	10
Nettoyage du sol et parois	8
Puits ou forage	14
Pompe à lait	3
Autres équipements	11
Divers	21
Total	420

Extrait de l'ouvrage consommation d'énergie en bâtiments d'élevage laitier élaboré par les chambres d'agriculture, l'institut d'élevage et l'ADEME.

A2 – Consommation des différents postes

A.1.1 À partir du document (A1), nommer la grandeur physique à laquelle se rapporte le terme « consommation ».

A.1.2 Donner la relation reliant les grandeurs : puissance P , énergie E mise en jeu durant Δt et en indiquant pour chacune l'unité dans le système international d'unités.

A.1.3 À l'aide des documents (A1) et (A2), calculer la consommation électrique moyenne annuelle du tank ramenée à une vache laitière.

Étude énergétique d'une laiterie

A.2 Refroidissement du lait

Le refroidissement du lait et son stockage ont lieu dans le tank (ou réservoir) à lait. Lorsque la température du lait varie d'une valeur initiale θ_i à une valeur finale θ_f , l'énergie échangée sous forme de chaleur Q par le lait avec le tank est égale à la variation de son énergie interne ΔU . On a la relation suivante :

$$Q = \Delta U = m_{\text{lait}} \cdot C_{\text{lait}} \cdot (\theta_f - \theta_i)$$

A.2.1 Calculer l'énergie échangée sous forme thermique avec le tank pour 300 litres de lait de masse 310 kg quand ils passent de la température initiale θ_i à la température finale θ_f .

Données : $\theta_i = 35 \text{ }^\circ\text{C}$, $\theta_f = 4 \text{ }^\circ\text{C}$, $C_{\text{lait}} = 3,8 \times 10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $1 \text{ kW.h} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$

A.2.2 Calculer la valeur de cette quantité de chaleur en kW.h.

A.2.3 Vérifier que pour une durée de fonctionnement de $\Delta t = 4,0 \text{ h}$, la puissance mise en jeu est $P = 2,5 \text{ kW}$.

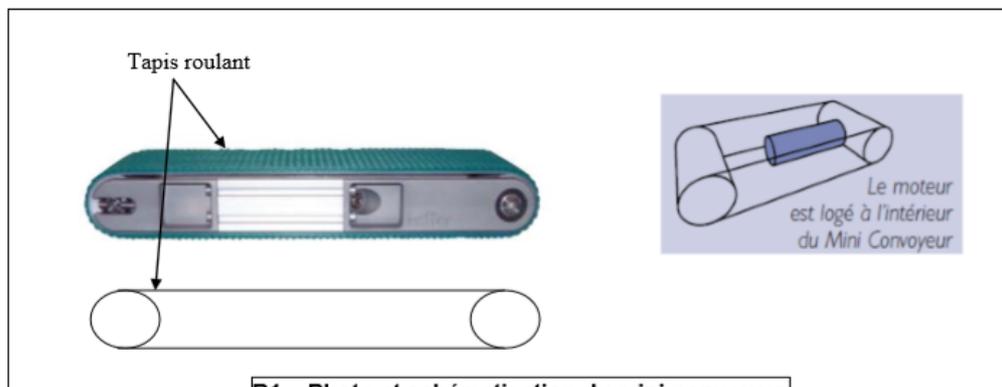
Partie B : déplacement d'échantillons de lait à l'aide d'un mini-convoyeur

Après refroidissement et traitements biologiques spécifiques à la conservation, des échantillons de lait sont prélevés afin d'être analysés et contrôlés. Les pots contenant ces échantillons sont déplacés à l'aide d'un tapis roulant appelé mini-convoyeur (voir document (B1) de l'annexe B,

Une gamme de mini-convoyeurs développée afin de proposer une solution immédiate au transport de petits produits est présentée sur le document (B2) de l'annexe B, page 6.

L'appareil utilisé dans ce bâtiment a pour référence : FR 40-160.

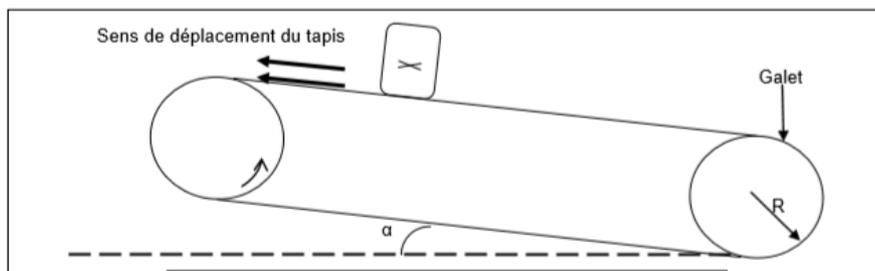
ANNEXE B : Déplacement d'échantillons de lait à l'aide d'un mini-convoyeur



Étude énergétique d'une laiterie

Référence	Tension (V)	Puissance absorbée (W)	Vitesse linéaire				
			Charge maximale				
FR 20-40 E	24		8,0 m/min 2 N	3,0 m/min 5 N	2,0 m/min 10 N		
FR 30-60	24	9	9,0 m/min 10 N	3,0 m/min 30 N	2,0 m/min 30 N	1,0 m/min 50 N	0,5 m/min 50 N
FR 40-80	24	12	8,0 m/min 30 N	2,7 m/min 50 N	1,8 m/min 50 N	0,9 m/min 100 N	0,5 m/min 100 N
ZR 40-80	24	12	9,0 m/min 30 N	3,0 m/min 50 N	2,0 m/min 50 N	1,0 m/min 100 N	0,5 m/min 100 N
FR 40-120	24	12	8,0 m/min 30 N	2,7 m/min 50 N	1,8 m/min 50 N	0,9 m/min 100 N	0,5 m/min 100 N
ZR 40-120	24	12	9,0 m/min 30 N	3,0 m/min 50 N	2,0 m/min 50 N	1,0 m/min 100 N	0,5 m/min 100 N
FR 40-160	24	36	8,0 m/min 30 N	2,7 m/min 50 N	1,8 m/min 50 N	0,9 m/min 100 N	0,5 m/min 100 N

B2 – Documentation technique de différents mini-convoyeurs



B3 – Schématisation technique du mini-convoyeur

B.1 Analyse électrique

Des moteurs à courant continu équipent les mini-convoyeurs et assurent des performances optimales.

B.1.1 À partir du document (B2), préciser la valeur de la tension d'alimentation U pour le mini-convoyeur installé, et celle de la puissance P absorbée par le moteur.

B.1.2 Pour le type de moteur utilisé, donner la relation liant les grandeurs P et U précédentes, à l'intensité I du courant. Indiquer leurs unités dans le système international.

B.1.3 Calculer la valeur de l'intensité I du courant.

B.2 Analyse énergétique

Le moteur électrique est un convertisseur d'énergie.

Le document-réponse (DR1) page 14, présente le diagramme de la chaîne énergétique du moteur électrique.

B.2.1 Compléter le document-réponse (DR1) page 14, à rendre avec la copie, en précisant sur le diagramme de la chaîne énergétique, les types d'énergie mis en jeu.

B.2.2 Le rendement $\eta = \frac{P_{\text{méca}}}{P_{\text{élec}}}$ de ce type de moteur est de 95 %. Exprimer puis calculer la puissance mécanique $P_{\text{méca}}$ disponible.

B.3 Mise en mouvement de la bande du tapis roulant du mini-convoyeur

La bande du tapis roulant est mise en mouvement par le moteur électrique précédent.

Étude énergétique d'une laiterie

B.3.1 En utilisant le document (B2), pour une charge de 30 N, indiquer la valeur v de la vitesse linéaire du tapis.

B.3.2 Calculer la valeur de cette vitesse en m.s^{-1} .

Le tapis est entraîné par des galets de rayon $R = 2,0 \text{ cm}$ tournant à la vitesse angulaire ω .

B.3.3 Exprimer ω en fonction de v et de R , puis calculer sa valeur.

B.4 Analyse mécanique

Un pot contenant l'échantillon de lait est présent sur ce tapis. Le tapis est incliné conformément au document (B3) de l'annexe B,

Dans un premier temps, le tapis est immobile.

B.4.1 Réaliser l'inventaire des forces s'exerçant sur le pot.

Sur le document-réponse (DR2) page 14, à rendre avec la copie, représenter ces forces (sans tenir compte de l'échelle).

B.4.2 Quelle relation vectorielle existe-t-il entre ces différentes forces ? Justifier la réponse.

