

# Certificats d'économies d'énergie

## Fiche explicative n°03

### FICHE EXPLICATIVE Pré-refroidisseur de lait

Fiches d'opérations standardisées concernées :

N°AGRI-TH-103

Ce document a pour objet de donner des informations générales sur le contenu des fiches ci-dessus et de lister les pièces de preuve à fournir au PNCEE et/ou à archiver par le demandeur.

#### I. Généralités

##### Le pré-refroidisseur à lait :

Un pré-refroidisseur de lait est un échangeur thermique dans lequel deux fluides (le lait chaud et l'eau froide), circulent à contre-courant dans des circuits adjacents.

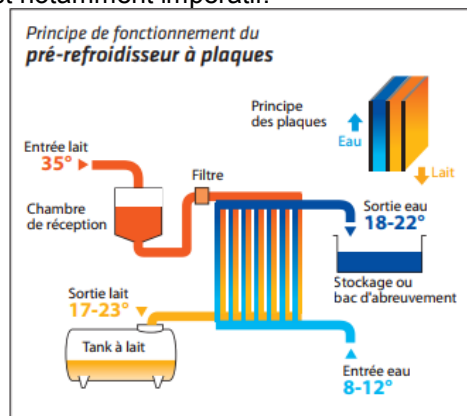
Il permet de refroidir le lait avant qu'il entre dans le tank à lait, en permettant à l'eau d'extraire les calories du lait.

En sortie, la température du lait est entre 17°C et 23°C, contre 35°C en moyenne à l'entrée, celle de l'eau pouvant atteindre les 22°C. La consommation du tank à lait, de 22 Wh/litre de lait en moyenne, est proportionnelle à la température d'entrée du lait dans celui-ci. Ainsi, une réduction de la température du lait de 1°C entraîne une diminution de la consommation du tank de 0,5 Wh/litre. L'économie d'énergie permise par le pré-refroidissement est donc directement liée à la diminution de la température du lait obtenue par son passage dans l'échangeur.

##### Les principaux types de pré-refroidisseur à lait :

- Le pré-refroidisseur à plaques

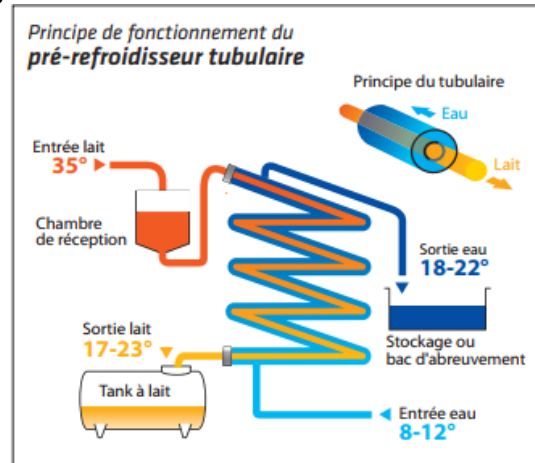
Les pré-refroidisseurs à plaques sont constitués d'un empilement de plaques dans lesquelles le lait et l'eau circulent à contre-courant. Ce type de pré-refroidisseur est peu encombrant et modulable : il est en effet possible d'ajouter de nouvelles plaques. La surface d'échange est importante pour un volume interne réduit (moins de 2,5L pour la majorité des modèles). Ils sont sensibles à l'encrassement et doivent donc être protégées des impuretés du lait (poils, paille ...), comme de l'eau (fer, calcaire, manfanèse ...), un filtre à lait est notamment impératif.



- Le pré-refroidisseur tubulaire

Les pré-refroidisseurs tubulaires coaxiaux se composent de deux tubes imbriqués l'un dans l'autre : le lait circule dans le tube interne tandis que l'eau circule à contre-courant dans le tube externe. Les deux tubes peuvent être cintrés en serpentin, ou linéaires et soudés les uns aux autres.

D'une façon générale, les pré-refroidisseurs tubulaires ont un volume interne supérieur aux modèles à plaques, ce qui leur confère une capacité de stockage du lait plus grande entre deux envois de pompe à lait (et donc un temps d'échange plus long), mais sont plus encombrants. Il existe également un autre type de pré-refroidisseur tubulaire, qui est constitué de plusieurs tubes linéaires contenant le lait, immergés dans une calandre contenant l'eau



#### Avantages :

- Pour la laiterie :
  - Meilleure conservation du lait
  - Augmentation de la durée de vie du groupe frigorifique du tank à lait
- Pour le producteur de lait :
  - Economie d'énergie sur le tank à lait
  - Production d'eau tiède utilisable, notamment pour l'abreuvement des bovins en hiver
  - Possibilité de décaler la mise en marche du tank à lait, et d'étaler les consommations électriques.
- Pour le producteur d'électricité :
  - Réduction des pics de consommation lors de la traite des vaches, et possibilité d'étaler la puissance demandée sur l'ensemble de la journée

Source : GIE Elevages de Bretagne,  
[http://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/Plaquette\\_pr\\_refroidisseur.pdf](http://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/Plaquette_pr_refroidisseur.pdf)

## II. Précisions sur les termes employés dans les fiches pouvant porter à interprétation :

Un pré-refroidisseur de lait est un échangeur thermique dans lequel deux fluides (le lait chaud et l'eau froide), circulent à contre-courant dans des circuits adjacents

## III. Précisions sur les modes de preuves :

Le pré-refroidisseur de lait doit être validé par un Comité Technique dédié, composé du CNIEL, de l'institut de l'Élevage et du GIE Elevages de Bretagne.

Sa performance énergétique est supérieure ou égale à 35% d'économie électrique sur la consommation du tank à lait.

Il doit être placé entre la traite du lait et le tank à lait.

## IV. FAQ

Date	Entité	Auteur	Demande de modification motivée/ Réponse apportée détaillée
10/08/2017	ATEE	Valentin Lefranc	Création

## V. ANNEXES

# PROTCOLE TECHNIQUE

## D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES ENERGETIQUES

### DES PRE-REFROIDISSEURS DE LAIT

#### VERSION 4

**A-SECTEUR D'APPLICATION.....1**

**Intérêt : par échange thermique entre le lait et une source d'eau froide, le pré-refroidisseur de lait permet de pré-refroidir le lait issu de la traite (avant envoi en tank de stockage réfrigéré), tout en réchauffant de l'eau froide (initialement à +12 °C, environ). Le lait est ainsi refroidi de +35°C à +20°C environ, ce qui réduit le temps de fonctionnement du tank à lait et en diminue la consommation électrique. ....2**

**1)Matériel en test .....8**

**2)Banc d'essai .....8**

**3)Déroulement des essais .....9**

3.1)Installation et démontage .....9

3.2)Choix de la configuration du volume de la traite .....9

3.3)Ratio eau/lait .....9

3.4)Durée des essais .....9

3.5)Mesures effectuées .....10

**4)Évaluation des performances énergétiques .....10**

**5)Schéma de l'installation.....11**

**1)Matériel en test .....1**

**2)Banc d'essai .....1**

**3)Déroulement des essais .....2**

Installation et démontage.....2

Choix de la configuration du volume de la traite .....2

Conditions d'essais.....2

Durée des essais.....2

Avec le soutien de :



Partenaires :  
BE Elydhia



Mesures effectuées .....	2
<b>4)Évaluation des performances énergétiques .....</b>	<b>3</b>
<b>5)Schéma de l'installation et de l'implantation des capteurs .....</b>	<b>4</b>

La réalisation des essais est confiée au Pôle Cristal de Dinan, centre technique spécialisé dans les technologies du froid et de la climatisation





## 1) Matériel en test

Le kit mis à disposition par les constructeurs/distributeurs doit contenir le pré-refroidisseur de lait (tubulaire ou à plaques), ainsi que l'ensemble des accessoires nécessaires au raccordement du matériel à l'installation de traite (se référer au matériel en présence sur le banc d'essai) ainsi qu'à son bon fonctionnement, compte tenu de la configuration du banc d'essai proposée.

Tous les éléments contenus dans le kit doivent être des appareils de série, identiques à ceux distribués en France.

Le kit en essai doit impérativement être livré avec une documentation technique détaillée incluant les notices d'installation, d'utilisation et d'entretien.

## 2) Banc d'essai

*Côté « lait » :*

### Matériel en présence :

- Une cuve de 2 000 litres pour stocker le volume d'eau qui matérialise le lait envoyé dans le pré-refroidisseur,
- Une pompe à chaleur réversible pour maintenir ce volume d'eau (le « lait ») à une température de +35°C (tolérance +/-1°C),
- Des électrovannes et une pompe de circulation asservie pour reproduire le fonctionnement d'une pompe à lait,
- Des canalisations de lait de diamètre DN 40 (soit diamètre 40/49, 1 1/2", filetage ISO 228),
- Un tank à lait de 2 000 litres de catégorie 2 BII (refroidissement de deux traites de 1 000 litres en moins de trois heures) équipé d'un groupe froid d'une puissance de 6 CV,
- Une pompe de relevage permettant le retour du « lait » du tank vers la cuve de stockage.

*Côté eau de refroidissement :*

### Matériel en présence :

- Une cuve d'eau froide de 4 000 litres contenant de l'eau à +12°C (tolérance +/- 1°C),
- Un groupe froid maintenant l'eau à la température souhaitée,
- Un surpresseur installé en sortie de la cuve d'eau froide, maintenant une pression disponible de 2 bars au niveau des raccords en eau sur les matériels en essai,
- Une canalisation de diamètre DN 20 (soit diamètre 20/27, 3/4", filetage ISO 228) entre la cuve de 4 000 litres et le surpresseur.

Avec le soutien de :



Partenaires :



### 3) Déroulement des essais

#### 3.1) Installation et démontage

L'installation et le démontage du kit contenant le pré-refroidisseur de lait sont effectués conjointement par un technicien du Pôle Cristal et un technicien de la marque en essai.

Dans le cas des pré-refroidisseurs à plaques, le nombre de plaques doit être conforme aux prescriptions faites habituellement, selon le volume de la traite.

#### 3.2) Choix de la configuration du volume de la traite

Le banc d'essai a été conçu de manière à matérialiser l'installation de traite de la façon la plus représentative possible.

Des arbitrages ont toutefois été nécessaires, compte tenu de la diversité de configuration des exploitations laitières.

Ainsi, trois configurations correspondant à trois productions laitières annuelles différentes ont été retenues :

	Configuration	Volume de traite horaire	Débit de la pompe à lait	Nombre d'à-coups
1	Salle de traite	400 L / heure	10 L en 5 secondes	50
2	Salle de traite	800 L / heure	20 L en 10 secondes	50
3	Salle de traite	1 200 L / heure	20 L en 10 secondes	75

Le débit de lait est obtenu au moyen d'une pompe de circulation éventuellement assortie d'une régulation spécifique (pour l'essai constructeur uniquement). Le lait est envoyé par à-coups dans le pré-refroidisseur<sup>1</sup>.

Le choix de la configuration (1, 2 ou 3) est laissé au constructeur, en fonction du dimensionnement du pré-refroidisseur à tester. Ce choix devra être défini avant le début des essais.

#### 3.3) Ratio eau/lait

Deux ratios sont testés :

- Un ratio fixé à 1,5 litres d'eau pour 1 litre de lait (commun à tous les matériels),
- Un ratio défini par le constructeur dans la limite (théorique) de 4 litres d'eau pour 1 litre de lait. Ce ratio permet éventuellement de tester le pré-refroidisseur dans ses conditions optimales de fonctionnement.

Dans les deux cas, le pilotage de l'alimentation en eau est à la charge du constructeur.

#### 3.4) Durée des essais

Un essai dure 75 minutes. Des mesures régulières (toutes les 5 secondes) sont effectuées pour suivre l'évolution des performances et le temps nécessaire à la stabilisation des pré-refroidisseurs en essai.

La durée totale d'évaluation d'un matériel est estimée à 2 jours :

---

<sup>1</sup>



- ½ journée d'installation
- 1 journée de tests et récupération de données
- ½ journée de démontage

Cette durée est susceptible de varier selon les matériels et les aléas rencontrés.

### 3.5) Mesures effectuées

- Température de l'eau en entrée et sortie du pré-refroidisseur,
- Température du « lait » en entrée et sortie du pré-refroidisseur,
- Débits d'eau et de « lait » en sortie du pré-refroidisseur,
- Les pertes de charges dues aux pré-refroidisseurs sont déterminées par un capteur de pression différentielle.

### 4) Évaluation des performances énergétiques

Les résultats d'essais seront utilisés pour exprimer des performances énergétiques *théoriques*, basées sur des mesures effectuées dans des conditions fixes. Il faut considérer ces performances comme un élément de référence, étant entendu que les performances réelles des matériels observées in situ pourront être soumises à d'autres facteurs.

Lors des essais de validation du banc d'essai, une courbe de consommation du tank à lait sera établie en fonction de la température du « lait ». La température de lait de référence, permettant de connaître la consommation « nominale » du tank, est fixée à +35°C.

Ainsi la température du « lait » mesurée en sortie du pré-refroidisseur permettra-t-elle de définir le gain de consommation du tank à lait avec pré-refroidisseur. Cette consommation sera comparée à la consommation dite « nominale » afin de définir le gain énergétique permis par le pré-refroidisseur (exprimé en pourcentage).

Chaque matériel en test se verra attribuer deux résultats en termes de performance énergétique :

- l'un correspondant au ratio eau/lait de comparaison : 1,5L/1L,
- l'autre correspondant au ratio défini par le constructeur.

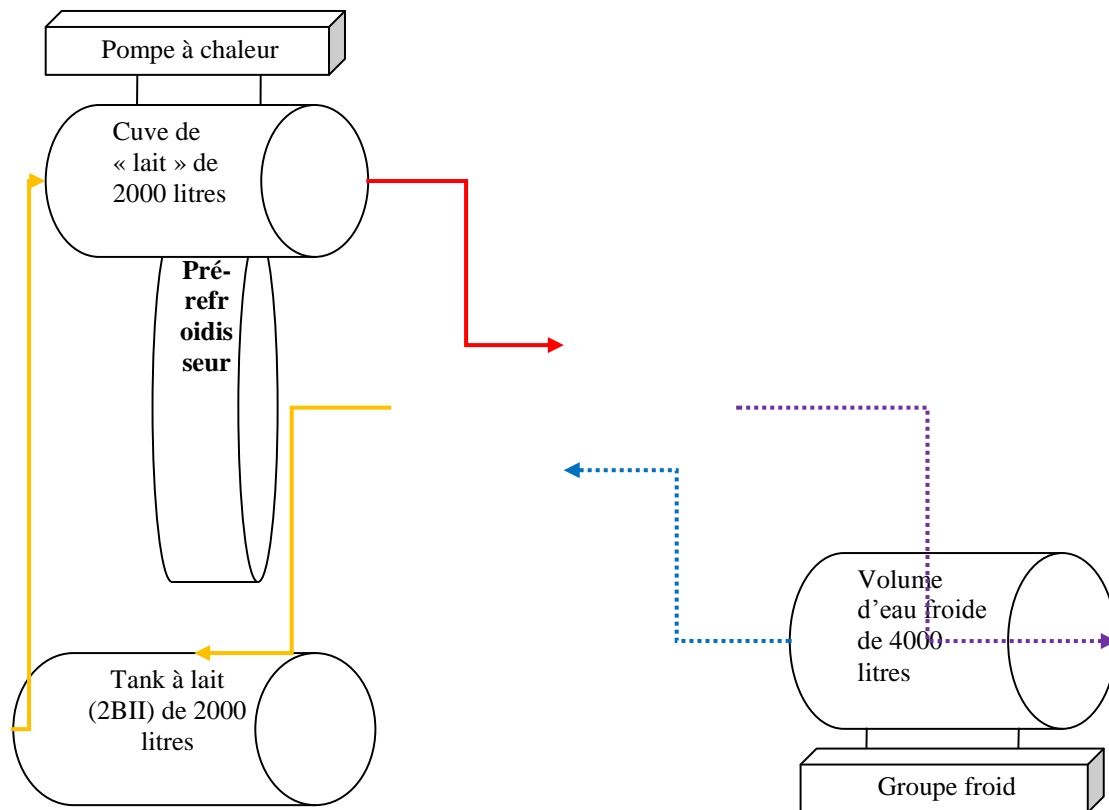
**Les éléments contenus dans ce document sont susceptibles d'être modifiés à l'issue des campagnes d'essais de validation, et en fonction des arbitrages du comité technique et du comité de pilotage.**

---

Hormis dans le cas d'un variateur de vitesse installé en amont



5) Schéma de l'installation



Programme "éco énergie lait" - GIE Elevages de Bretagne -

**PROTOCOLE TECHNIQUE**  
**D'EVALUATION DES PERFORMANCES ENERGETIQUES**  
**DES PRE-REFROIDISSEURS DE LAIT POUR ROBOT DE**  
**TRAITE**  
**VERSION 1**

**A-SECTEUR D'APPLICATION.....1**

**Intérêt : par échange thermique entre le lait et une source d'eau froide, le pré-refroidisseur de lait permet de pré-refroidir le lait issu de la traite (avant envoi en tank de stockage réfrigéré), tout en réchauffant de l'eau froide (initialement à +12 °C, environ). Le lait est ainsi refroidi de +35°C à +20°C environ, ce qui réduit le temps de fonctionnement du tank à lait et en diminue la consommation électrique. ....2**

**1)Matériel en test .....8**

**2)Banc d'essai .....8**

**3)Déroulement des essais .....9**

3.1)Installation et démontage .....9

3.2)Choix de la configuration du volume de la traite .....9

3.3)Ratio eau/lait .....9

3.4)Durée des essais .....9

3.5)Mesures effectuées .....10

**4)Évaluation des performances énergétiques .....10**

**5)Schéma de l'installation.....11**

**1)Matériel en test .....1**

**2)Banc d'essai .....1**

**3)Déroulement des essais .....2**

Installation et démontage.....2

Choix de la configuration du volume de la traite .....2

Conditions d'essais.....2

Durée des essais.....2

Mesures effectuées .....2

**4)Évaluation des performances énergétiques .....3**

**5)Schéma de l'installation et de l'implantation des capteurs .....4**



La réalisation des essais est confiée au Pôle Cristal de Dinan, centre technique spécialisé dans les technologies du froid et de la climatisation





## 1) Matériel en test

Le kit mis à disposition par les constructeurs/distributeurs doit contenir le pré-refroidisseur de lait (tubulaire ou à plaques), ainsi que l'ensemble des accessoires nécessaires au raccordement du matériel à l'installation de traite (se référer au matériel en présence sur le banc d'essai) ainsi qu'à son bon fonctionnement, compte tenu de la configuration du banc d'essai proposée.

Tous les éléments contenus dans le kit doivent être des appareils de série, identiques à ceux distribués en France.

Le kit en essai doit impérativement être livré avec une documentation technique détaillée incluant les notices d'installation, d'utilisation et d'entretien.

## 2) Banc d'essai

### *Côté « lait » :*

#### **Matériel en présence :**

- Une cuve de 2 000 litres pour stocker le volume d'eau qui matérialise le lait envoyé dans le pré-refroidisseur,
- Une pompe à chaleur réversible pour maintenir ce volume d'eau (le « lait ») à une température de +35°C (tolérance +/-1°C),
- Des électrovannes et une pompe de circulation asservie pour reproduire le fonctionnement d'une pompe à lait,
- Des canalisations de lait de diamètre DN 40 (soit diamètre 40/49, 1 1/2", filetage ISO 228),
- Un tank à lait de 2 000 litres de catégorie 2 BII (refroidissement de deux traites de 1 000 litres en moins de trois heures) équipé d'un groupe froid d'une puissance de 6 CV,
- Une pompe de relevage permettant le retour du « lait » du tank vers la cuve de stockage.

### *Côté eau de refroidissement :*

#### **Matériel en présence :**

- Une cuve d'eau froide de 4 000 litres contenant de l'eau à +12°C (tolérance +/- 1°C),
- Un groupe froid maintenant l'eau à la température souhaitée,
- Un surpresseur installé en sortie de la cuve d'eau froide, maintenant une pression disponible de 2 bars en amont du pré-refroidisseur,
- Une canalisation de diamètre DN 20 (soit diamètre 20/27, 3/4", filetage ISO 228).

Avec le soutien de :



Partenaires :



### 3) Déroulement des essais

#### Installation et démontage

L'installation et le démontage du kit contenant le pré-refroidisseur de lait sont effectués conjointement par un technicien du Pôle Cristal et un technicien de la marque en essai.

Dans le cas des pré-refroidisseurs à plaques, le nombre de plaques doit être conforme aux prescriptions faites habituellement, selon le volume de la traite.

#### Choix de la configuration du volume de la traite

Le banc d'essai a été conçu de manière à matérialiser l'installation de traite de la façon la plus représentative possible.

Se faisant, pour prendre en compte les pré-refroidisseurs de lait implantés sur des robots de traite, nous proposons la configuration suivante :

Configuration	Volume de traite horaire	Débit de la pompe à lait	Nombre d'à-coups	Intervalle entre 2 à-coups
Robot de traite	100 L / heure	10 L en 20 secondes	20	6 min

Le débit de lait est obtenu au moyen d'une pompe de circulation<sup>2</sup>. Le lait est envoyé par à-coups dans le pré-refroidisseur<sup>3</sup>.

#### Conditions d'essais

Deux essais sont réalisés :

- Un essai standard avec un ratio fixé à 1,5 litre d'eau pour 1 litre de lait (commun à tous les matériels),
- Un essai constructeur qui permet de tester le pré-refroidisseur dans ses conditions optimales de fonctionnement, en faisant varier un paramètre de fonctionnement (ratio, pression d'eau, kit alimentation en eau, ...)

Dans les deux cas, le pilotage de l'alimentation en eau est à la charge du constructeur.

#### Durée des essais

Un essai dure 120 minutes. Des mesures régulières sont effectuées pour suivre l'évolution des performances du matériel en essai.

La durée totale d'évaluation d'un matériel est estimée à 3 jours :

- ½ journée d'installation
- 2 journées de tests et récupération de données
- ½ journée de démontage

Cette durée est susceptible de varier selon les matériels et les aléas rencontrés.

#### Mesures effectuées

- Température de l'eau en entrée et sortie du pré-refroidisseur,
- Température du « lait » en entrée et sortie du pré-refroidisseur,
- Débits d'eau et de « lait » en sortie du pré-refroidisseur,

<sup>2</sup>

Eventuellement assortie d'une régulation spécifique (pour l'essai constructeur uniquement)

<sup>3</sup>

Hormis dans le cas d'un variateur de vitesse installé en amont

## Programme "éco énergie lait"

- Les pertes de charges dues aux pré-refroidisseurs sont déterminées par des capteurs de pression différentielle.

### 4) Évaluation des performances énergétiques

Les résultats d'essais seront utilisés pour exprimer des performances énergétiques *théoriques*, basées sur des mesures effectuées dans des conditions fixes. Il faut considérer ces performances comme un élément de référence, étant entendu que les performances réelles des matériels observées in situ pourront être soumises à d'autres facteurs.

Lors des essais de validation du banc d'essai, une courbe de consommation du tank à lait a été établie en fonction de la température du « lait ». La température de lait de référence, permettant de connaître la consommation « nominale » du tank, est fixée à +35°C.

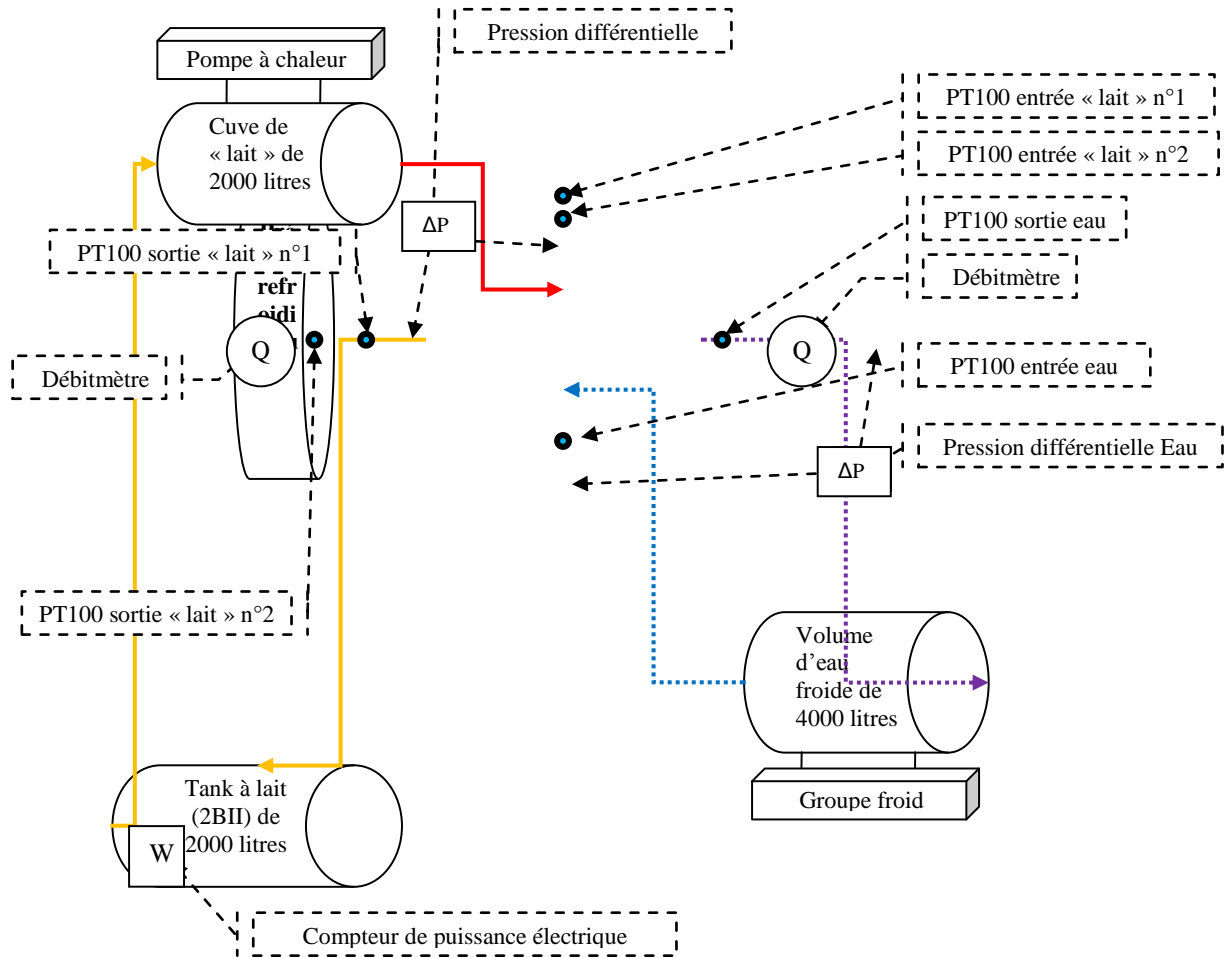
Ainsi la température du « lait » mesurée en sortie du pré-refroidisseur permettra-t-elle de définir le gain de consommation du tank à lait avec pré-refroidisseur. Cette consommation sera comparée à la consommation dite « nominale » afin de définir le gain énergétique permis par le pré-refroidisseur (exprimé en pourcentage).

Chaque matériel en test se verra attribuer deux résultats en termes de performance énergétique :

- l'un correspondant au ratio eau/lait de comparaison : 1,5L/1L,
- l'autre correspondant au paramètre de fonctionnement défini par le constructeur.

**Les éléments contenus dans ce document sont susceptibles d'être modifiés à l'issue des campagnes d'essais de validation, et en fonction des arbitrages du comité technique et du comité de pilotage.**

5) Schéma de l'installation et de l'implantation des capteurs



## ÉVALUATION DES PERFORMANCES ENERGETIQUES DES PRE-REFROIDISSEURS DE LAIT

Résultats des matériels agréés – Rapport Résumé

9<sup>ème</sup> édition – Octobre 2014

Avec le soutien de l'ADEME, de la Région et des Conseils Généraux de Bretagne, le GIE Elevages de Bretagne et ses partenaires conduisent depuis mi-2009 le programme "éco énergie lait". L'objectif de ce programme est d'accompagner le développement des équipements d'économie d'électricité en élevage laitier (pré-refroidisseurs de lait et récupérateurs de chaleur sur tank à lait).

Au-delà de l'agrément d'un réseau d'installateurs compétents et d'un soutien financier aux investissements des producteurs laitiers, ce programme intègre également l'évaluation sur banc d'essai des matériels, réalisé par le Pôle Cristal de Dinan<sup>4</sup>.

La 8<sup>ème</sup> édition de ce rapport résumé présente les résultats des 21 modèles de pré-refroidisseurs de lait actuellement agréés dans le cadre du programme "éco énergie lait".

### Principe de fonctionnement du pré-refroidisseur de lait

Implanté dans la continuité du lactoduc, le pré-refroidisseur de lait est un échangeur thermique dans lequel deux fluides (le lait chaud et l'eau froide), circulent à contre courant dans des circuits adjacents. Cet échangeur permet à l'eau d'extraire les calories du lait traité et donc d'abaisser sa température avant qu'il n'entre dans le tank. Le pré-refroidisseur de lait permet donc de réduire la consommation électrique initiale du tank, destiné à refroidir le lait et à le maintenir en deçà des 4°C.

### Les conditions d'évaluation des matériels

Le banc d'essai dédié aux pré-refroidisseurs de lait a été conçu de façon à matérialiser une salle de traite qui soit représentative des situations rencontrées en élevages.

Les conditions d'essai, telles que le débit du lait, la pression d'eau, les températures des fluides, sont maîtrisées afin de s'affranchir d'éventuelles variations. Tous les matériels sont donc évalués sur une base comparative.

Chaque matériel s'est vu appliquer un **essai de référence** dont le protocole est identique à tous (Durée de l'essai : 75 minutes ou 120 minutes (traite robotisée) ; ratio global eau/lait : 1,5 litre d'eau pour 1 litre de lait)

Par ailleurs, le constructeur avait la possibilité de réaliser un second essai (dit « **essai constructeur** »): un paramètre, laissé au choix du constructeur, est modifié (la quantité d'eau utilisée, le système de pilotage de l'alimentation en eau ou encore le fonctionnement de la pompe à lait). La comparaison entre les essais de référence et les essais « constructeur » permet notamment d'identifier les facteurs d'influence de la performance énergétique.

### Les résultats en termes de performance énergétique

Les essais menés par le Pôle Cristal ont permis d'évaluer la performance énergétique des pré-refroidisseurs. Exprimé en pourcentage, ce critère correspond à l'économie générée par l'échangeur sur la consommation électrique d'un tank à lait de référence. Les performances énergétiques mesurées sont relativement hétérogènes : elles varient de 28,1 % à 58,8 % pour les essais de référence, et de 36,9 % à 58,8 % pour les essais « constructeur ».

Marque	Modèle	Type	Performance énergétique	Paramètre modifié lors de
--------	--------	------	-------------------------	---------------------------

<sup>4</sup> Centre technique spécialisé dans les technologies du froid et du génie climatique

Avec le soutien de :

Partenaires :





Programme "éco énergie lait"

		<i>Tubulaire</i>	<i>A plaques</i>	<i>Essai de référence</i>	<i>Essai constructeur</i>	<b>l'essai constructeur</b>
<b>Pré-refroidisseurs testés pour une configuration « salle de traite » de <u>400 litres/heure</u></b>						
Charriau	TES ECO (24 mètres)	X		51,1 %	48,4 %	Ratio eau/lait abaissé à 1,25/1
Frigélaît	PRT R18 (18 mètres)	X		47,0 %	45,8 %	Alimentation en eau pilotée par une électrovanne au lieu d'une vanne thermostatique
Frigélaît	PRT R (30 mètres)	X		48,1 %	-	-
G-MCIT	PRL 1500 (24 mètres)	X		50,8 %	42,8 %	Ratio eau/lait abaissé à 1/1
Packo	Packo simple (2x15 mètres)	X		36,3 %	39,3 %	Ratio eau/lait porté à 1,6/1
<b>Pré-refroidisseurs testés pour configuration « salle de traite » de <u>800 litres/heure</u></b>						
Boumatic	N53 SC0.5 (53 plaques)		X	28,1 % <sup>5</sup>	51,1 %	Débit du lait régulé par un variateur de vitesse Opti-Flo™ III
Charriau	TEM Class (2x24 mètres)	X		53,8 % <sup>6</sup>	52,6 %	Débit du lait régulé par un kit de contrôle sur la pompe à lait (temporisation programmable)
Charriau	TES (24 mètres)	X		47,3 %	-	-
Charriau	TES (30 mètres)	X		50,5 %	-	-
DeLaval	BM PR-51 (51 plaques)		X	36,6 %	51,7 %	Réduction du débit du lait au moyen d'une vanne papillon percée <sup>7</sup> (trou de Ø 6 mm)
Frigélaît	PRT (24 mètres)	X		45,5 %	47,3 %	Alimentation en eau pilotée par une électrovanne au lieu d'une vanne thermostatique
Frigélaît	PRT GD (18+24 mètres)	X		48,4 %	47,3 %	Alimentation en eau pilotée par 2 vannes thermostatiques au lieu d'une électrovanne
Frigélaît	PRT 30 (12+18 mètres)	X		40,8 %	46,1 %	Un seul réseau d'eau
GEA	PK 8000/32 (32 plaques)		X	53,2 %	48 %	Ratio eau/lait porté à 1/1
G-MCIT	PRL 1500 (24 mètres)	X		44,9 %	39 %	Ratio eau/lait abaissé à 1/1
Packo	Packo double (2x(2x15 mètres))	X		46,4 %	48,1 %	Ratio eau/lait porté à 1,6/1
SERAP	Coaxial (24 mètres)	X		41,6 %	36,9 %	Ratio eau/lait abaissé à 1/1
Marque	Modèle	Type		Performance énergétique		Paramètre modifié lors de l'essai constructeur
		<i>Tubulaire</i>	<i>A plaques</i>	<i>Essai de référence</i>	<i>Essai constructeur</i>	
<b>Pré-refroidisseurs testés pour une configuration « salle de traite » de <u>1200 litres/heure</u></b>						

<sup>5</sup> Matériel non agréé dans cette configuration

<sup>6</sup> Essai effectué avec une pression d'eau de 3 bars au lieu de 2 bars, afin d'obtenir un ratio final de 1,5/1

<sup>7</sup> Attention : pertes de charges très élevées sur le circuit lait. Dispositif non commercialisé actuellement, en attente d'évaluation au regard de la préservation de la qualité du lait (lipolyse) et du bon fonctionnement de la pompe à lait

## Programme "éco énergie lait"

Charriau	TES (30 mètres)	X		47 % <sup>8</sup>	-	-
Charriau	TES (3x24 mètres)	X		52,9 % <sup>9</sup>	-	-
Charriau	TES (4x24 mètres)	X		56,4 % <sup>10</sup>	-	-
Frigélaït	PRT GD (18+24 mètres)	X		45,5 %	48,5 %	Alimentation en eau pilotée par une électrovanne au lieu de 2 vannes thermostatiques
GEA	PK 8000/32 (32 plaques)		X	53,5 %	48,1 %	Ratio eau/lait abaissé à 1/1
G-MCIT	PRL 1500 (24 mètres)	X		43,4 %	37,5 %	Ratio eau/lait abaissé à 1/1
<b>Pré-refroidisseurs testés pour une configuration « robot de traite » de <u>100 litres/heure</u></b>						
Boumatic Robotic	Wisjman WVKL025	X		46,4 %	51,1 %	Ratio eau/lait porté à 2/1
Charriau	TES ECO (24 mètres)	X		52,9 %	-	-
DeLaval	BM PR-51 (51 plaques)		X	58,5 %	58,8 %	Ratio eau/lait porté à 2,5/1
Frigélaït	PRT R (30 mètres)	X		55,8 %	-	-
GEA	PK 1500/32 (32 plaques)		X	58,8 %	48,7 %	Ratio eau/lait abaissé à 1/1
Lely	Compact Cooler (2x15 mètres)	X		49,9 %	52,6 %	Fermeture de la vanne de régulation d'eau 15 secondes après l'arrêt de la pompe à lait
Packo	Packo Simple (2x15 mètres)	X		52,2 %	52,9 %	Ratio eau/lait porté à 2/1

Il est à noter que les performances indiquées correspondent à des conditions d'essai précises ; aussi leurs valeurs absolues devront systématiquement être replacées dans leur contexte. Une transposition directe des performances mesurées conduirait à des erreurs qui peuvent être significatives.

### **Les paramètres qui impactent la performance énergétique**

Les essais « constructeur » réalisés par les entreprises qui le souhaitent, ont permis d'identifier les principaux paramètres influant sur les performances à la hausse ou à la baisse :

- **Débit de lait**

Le débit de lait dans l'échangeur dépend principalement de la pompe à lait en amont (puissance, capacité) ainsi que des pertes de charge sur le lactoduc d'évacuation du lait. Plus il est important, plus le temps de passage du lait dans l'échangeur est court, et la durée de l'échange de chaleur entre l'eau et le lait s'en trouve donc réduite.

En freinant le passage du lait en circulation, les pertes de charges ont pour effet d'allonger ce temps d'échange. Elles entraînent donc une amélioration de la performance énergétique ; néanmoins elles peuvent pénaliser le nettoyage de la machine à traire, notamment dans les cas où la pompe à lait est insuffisamment puissante. S'il est réduit pendant la traite, le débit de la pompe à lait doit impérativement retrouver un régime normal pendant le nettoyage.

- **Surface d'échange thermique**

<sup>8</sup> Essai effectué avec une pression d'eau de 3,5 bars au lieu de 2 bars, afin d'obtenir un ratio final de 1,5/1

<sup>9</sup> Essai effectué avec une pression d'eau de 4,7 bars au lieu de 2 bars, afin d'obtenir un ratio final de 1,5/1

<sup>10</sup> Essai effectué avec une pression d'eau de 3,5 bars au lieu de 2 bars, afin d'obtenir un ratio final de 1,5/1

## Programme "éco énergie lait"

La surface d'échange d'un pré-refroidisseur résulte de plusieurs paramètres, parmi lesquels : le nombre de canalisations (échangeurs tubulaires) ou le nombre, la longueur et la section des plaques (échangeurs à plaques). De manière évidente, plus la surface d'échange d'un pré-refroidisseur est importante – à volume interne égal – plus l'échange de chaleur entre l'eau et le lait sera important. En effet la proportion de fluide en contact avec la paroi sera dans ce cas plus élevée.

### • Débit d'eau

Plus le débit d'eau instantané est élevé, et meilleure est l'efficacité de l'échangeur. Cela vaut surtout pour les échangeurs à plaques car leur volume interne est faible ; l'échange instantané doit par conséquent être le plus efficace possible. Ce type d'échangeur sera d'autant plus performant qu'il sera utilisé dans des conditions de fonctionnement quasi continu et avec un débit de lait instantané inférieur ou égal au débit instantané d'eau de refroidissement.

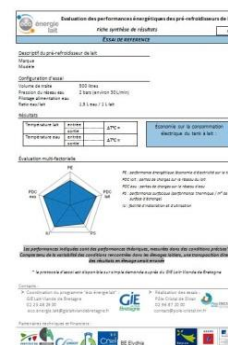
Les pertes de charges du réseau influent sur le débit instantané de l'eau : plus elles sont élevées et plus il est difficile d'atteindre un débit d'eau important. Lorsque le débit d'eau disponible est faible, il est préférable d'installer un pré refroidisseur générant peu de pertes de charges.

### **Comment choisir le matériel le plus adapté à sa situation ?**

Parmi les paramètres d'influence sur la performance énergétique, le débit de lait, le débit d'eau et la température de l'eau sont liés aux conditions d'élevage, tandis que la surface d'échange et le volume interne de lait dépendent des caractéristiques géométriques des pré-refroidisseurs de lait. Le choix d'un matériel doit donc être raisonné en fonction de la situation de l'élevage (débit d'eau, fonctionnement de la pompe à lait, ...). Au-delà, la facilité de nettoyage, la facilité d'utilisation ou encore le coût (achat/maintenance...) méritent également d'être considérés. Enfin, la valorisation de l'eau tiède issue du pré-refroidissement doit être pensée dès le début du projet d'investissement.

Pour chaque matériel, les résultats des essais sont publiés dans des fiches de synthèse individuelles. Cinq critères différents participent à l'évaluation globale des matériels : la performance énergétique, mais aussi les pertes de charges sur le réseau d'eau et de lait, la performance surfacique et la facilité d'installation et d'utilisation.

Le rapport complet et les fiches de synthèse sont téléchargeables sur le site internet du GIE Elevages de Bretagne : [www.gie-elevages-bretagne.fr](http://www.gie-elevages-bretagne.fr)



### **Contacts / Renseignements**

- Coordination du programme « éco énergie lait » : GIE Elevages de Bretagne  
Coline WILLAME – Chargée de mission  
Tel : 02 23 48 29 00  
Mél : [eco.energie.lait@gie-elevages-bretagne.fr](mailto:eco.energie.lait@gie-elevages-bretagne.fr)  
<http://www.gie-elevages-bretagne.fr/>
  
- Réalisation des essais : Pôle Cristal de Dinan  
Frédéric BAZANTAY – Directeur / Maël PERON – Ingénieur études et projets  
Tel : 02 96 87 20 00  
Mél : [contact@pole-cristal.tm.fr](mailto:contact@pole-cristal.tm.fr)  
<http://www.pole-cristal.fr/>