



vous présente



opticool
REFROIDISSEZ | ÉCONOMISEZ | PRÉSERVEZ

Le refroidisseur qui
allie environnement
et économie
L'innovation et la qualité
au cœur de la démarche
du Groupe SERAP



Chantal KASSARGY – SERAP Industries
Joanna HERRERA – GIE Elevages de Bretagne
Logan LECOQ – Pôle Cristal

A l'origine...

LE PROJET



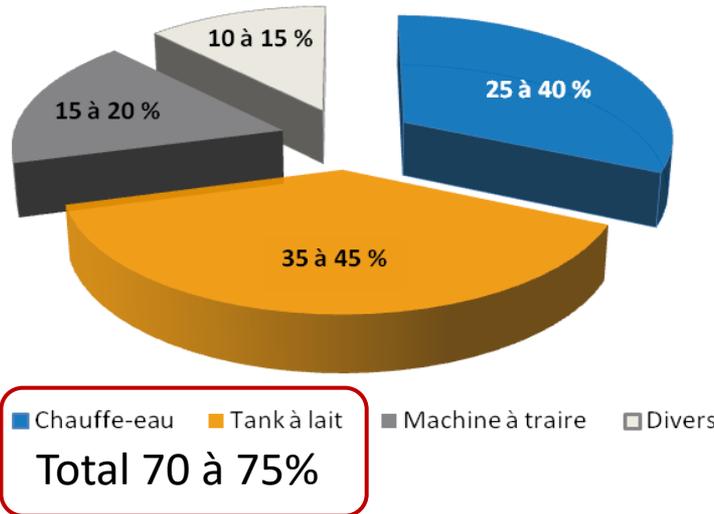
Avec le soutien de :



- ❖ Projet lancé en 2017, pour une durée de 5 ans, dans la continuité du programme EcoEnergie lait



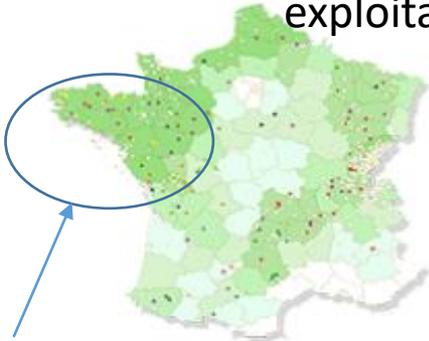
- ❖ Consortium de 6 partenaires aux compétences complémentaires
 - **SERAP Industries** (chef de file) pour la conception, le prototypage, l'industrialisation et la commercialisation;
 - Le **Pôle Cristal** pour l'expertise en réfrigération et métrologie;
 - Le **GIE Elevages de Bretagne** pour l'animation et la coordination du programme;
 - L'équipe R&D de l'**Institut de l'Élevage** pour l'expertise en élevage et le suivi des essais terrains;
 - **TERRENA** (laiterie coopérative) et **LACTALIS** (laiterie privée) pour l'expertise sur la collecte et la transformation, et la mise en place des essais terrains.
- ❖ Projet labellisé par le pôle de compétitivité
- ❖ Soutien financier de l'ADEME et des Régions Bretagne et Pays-de-la-Loire
- ❖ **Objectif: Concevoir et valider expérimentalement un tank à lait avec une consommation électrique et un impact carbone les plus faibles possibles**



- Consommation électrique des élevages laitiers
 - ~450 kWh / Vache Laitière / an
 - Tank à lait + Chauffe-eau ≈ 70 % de la consommation d'un atelier lait
 - Demande forte matin et soir, au moment des pics de consommation globale
- Réchauffement climatique
 - Réglementation européenne F-GAS
 - Nécessaire réduction des émissions de GES
 - Objectif européen: neutralité carbone en 2050

Du lait produit **sur tout le territoire**

Env. 55000 exploitations



Dont 30% en Bretagne & Pays de Loire

Ventes de tanks à lait en France : **1000/an** environ

⇒ Taux de renouvellement très faible **<2%**

⇒ Beaucoup d'appareils anciens voire très anciens encore en fonctionnement (**âge moyen ~20 ans**, les plus vieux +40 ans)

Fluides frigorigènes ancienne génération très polluants

Conditions d'installation pas toujours optimales

Présence de pré-refroidisseurs de lait variable selon les régions

Très peu de récupérateurs de calories

⇒ Efficacité énergétique et impact carbone non optimisés

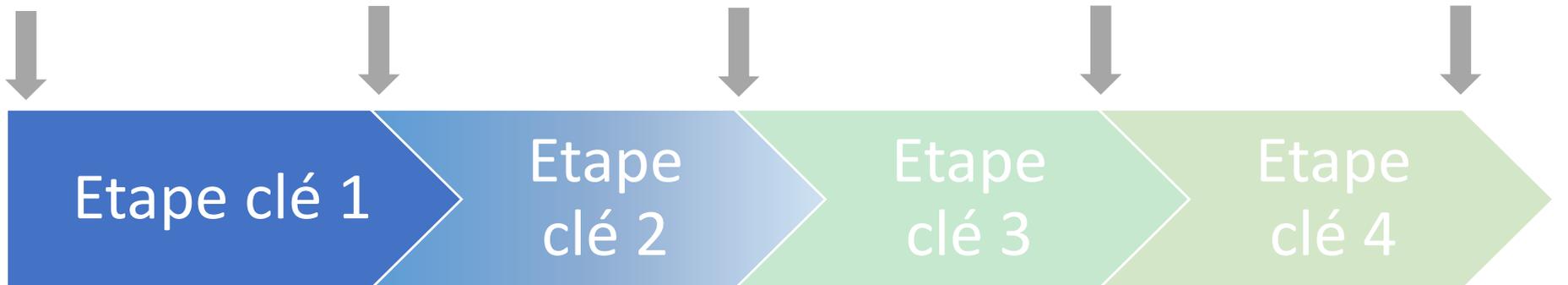
Fév. 2017

Juin 2018

Juin 2019

Fév 2021

Sept. 2021



✓ Etat de l'art dans le domaine du refroidissement du lait

✓ Création et validation d'un modèle numérique de la consommation du tank

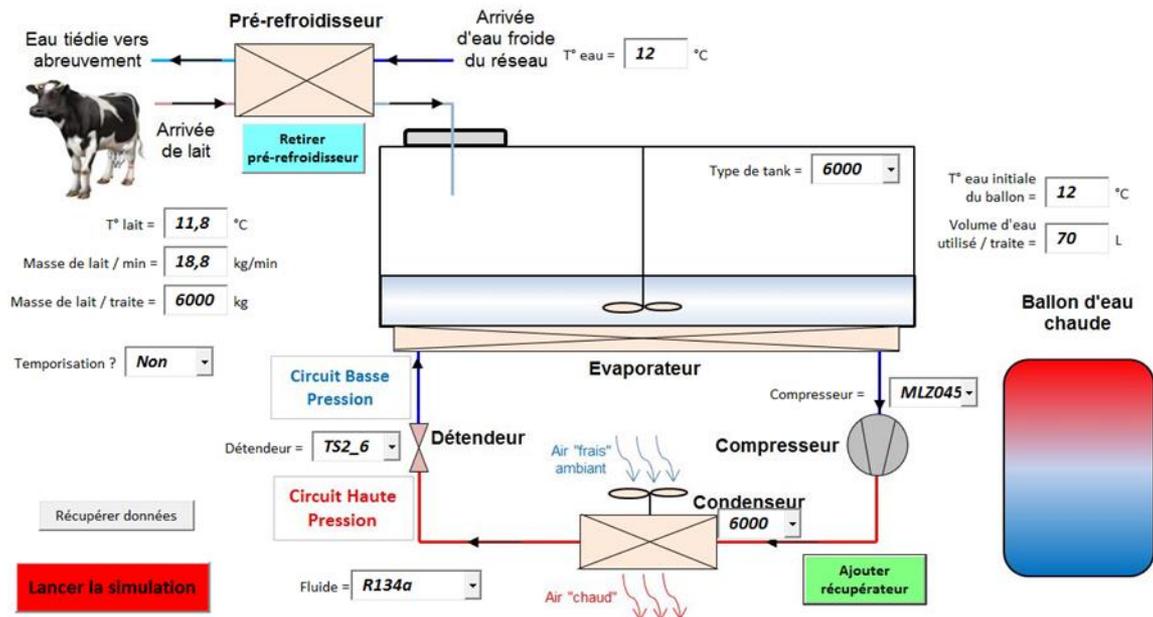
✓ Choix des technologies à intégrer aux prototypes

✓ Conception et essais des prototypes en laboratoire

✓ Fabrication de pré-séries et essais en fermes

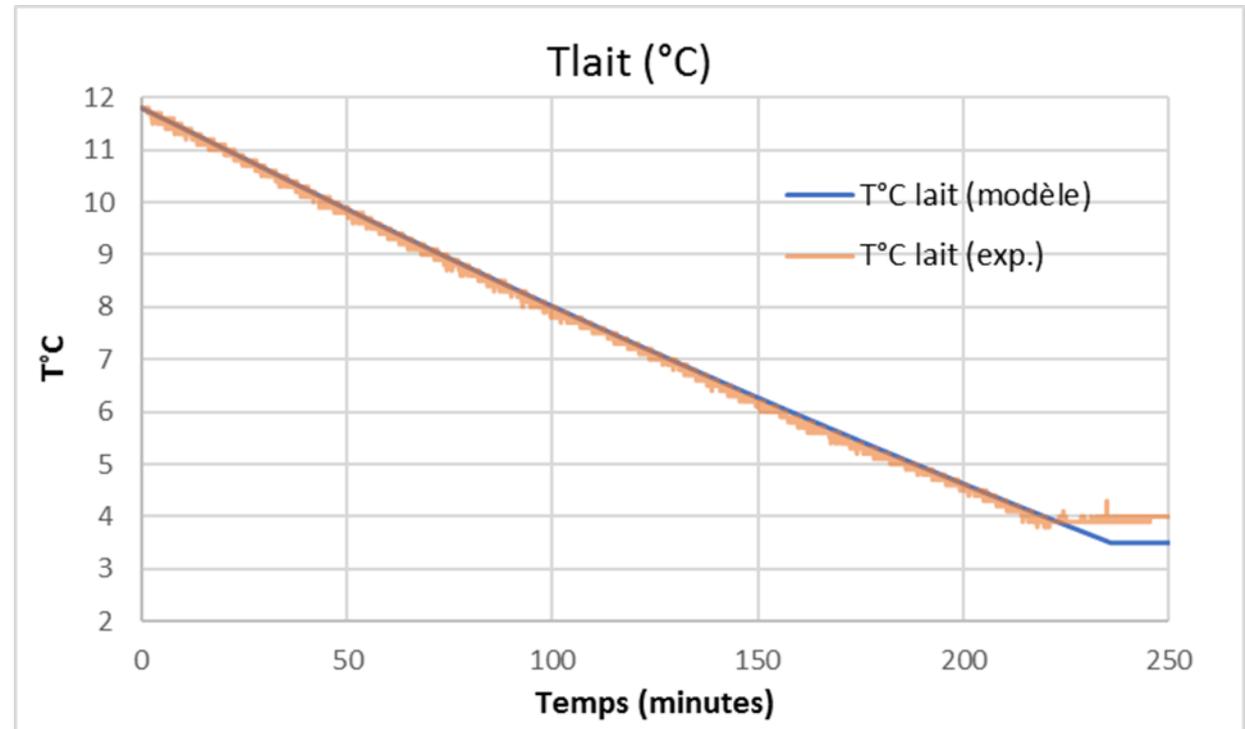
✓ Industrialisation

- Meilleure compréhension des phénomènes
- Analyse de l'impact des différents paramètres sur la consommation
 - Type de compresseur et des différents composants frigorifiques
 - Fluide frigorigène
 - Pré-refroidissement du lait
 - Température ambiante et qualité de ventilation...
- Pré-test des différentes solutions technologiques envisageables



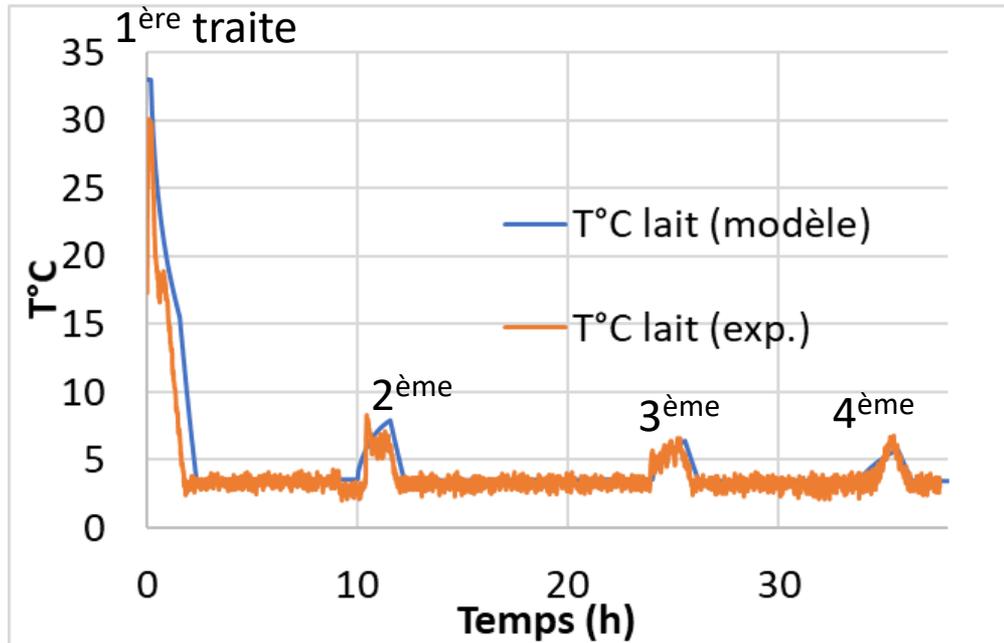
- En laboratoire

Paramètres	Valeur
Température de lait initiale	11,8°C
Température d'air	32,0°C
Volume de lait dans la cuve	6000 L
Réfrigérant	R1234ze



- En élevage laitier

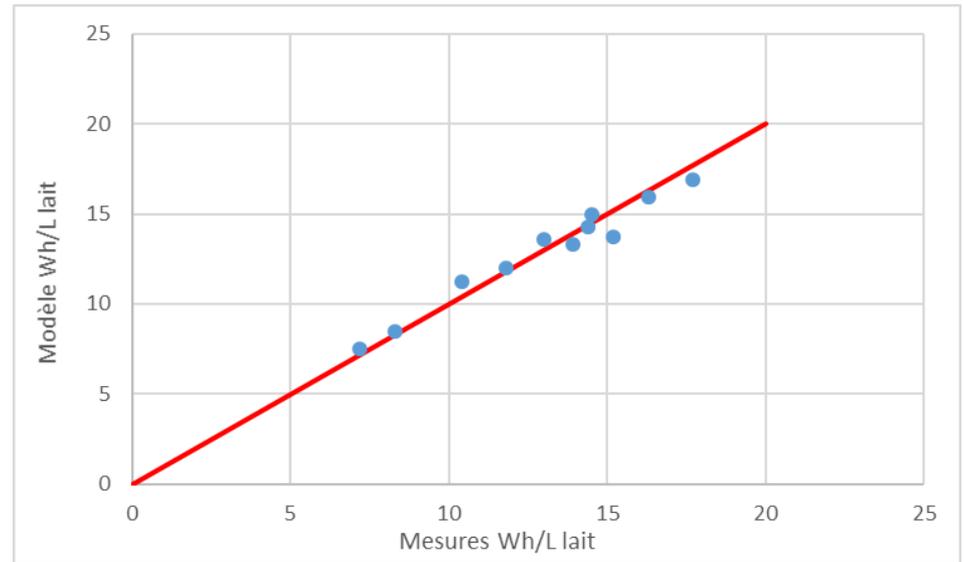
Ferme n°4 (traite conventionnelle) : arrivée en masse de lait pendant 1h30 deux fois par jour



	Exp*	Modèle*
Site 1	13,0	13,6
Site 2	11,8	12,0
Site 3 (1)	14,5	15,0
Site 3 (2)	8,3	8,5
Site 3 (3)	14,4	14,3
Site 4	16,3	15,9
Site 5	7,2	7,5
Site 6	10,4	11,2
Essai 1	17,7	16,9
Essai 2	13,9	13,3
Essai 3	15,2	13,7

Mesures en ferme

Mesures labo



* Wh/L lait

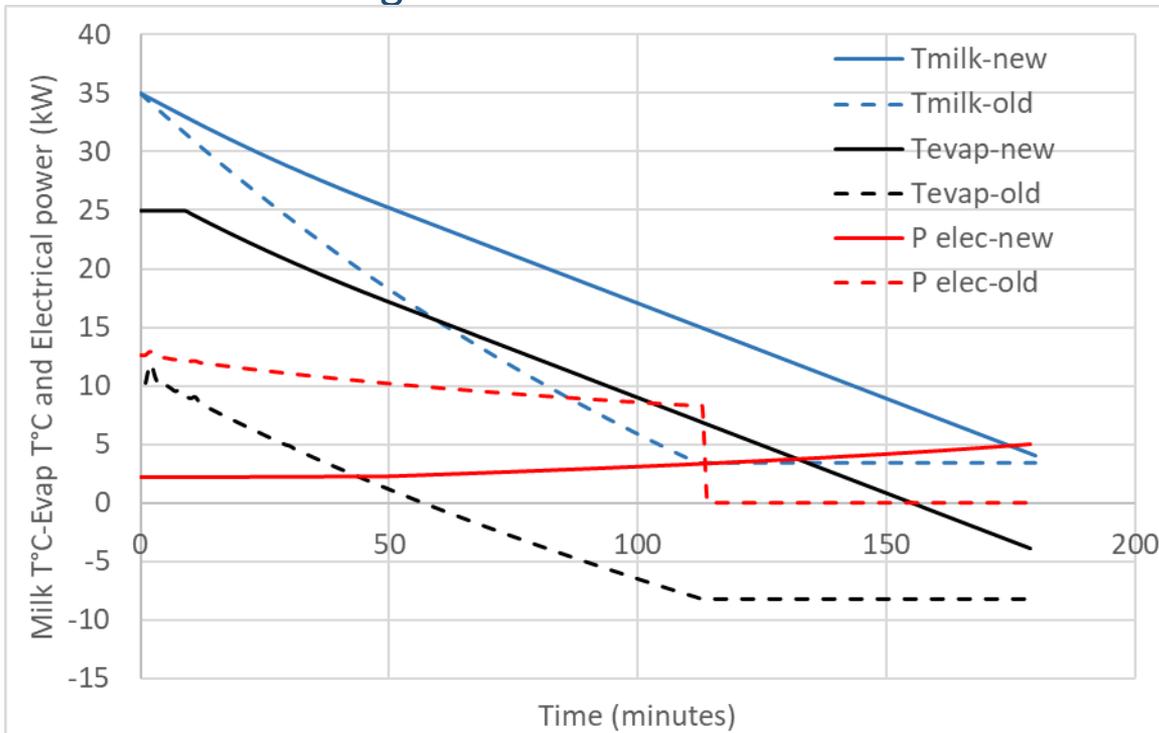
(1) : sans pré-refroidisseur (PR)

(2) : avec pré-refroidisseur (PR)

(3) : mesure en été, avec pré-refroidisseur (PR)

→ écart < 5%

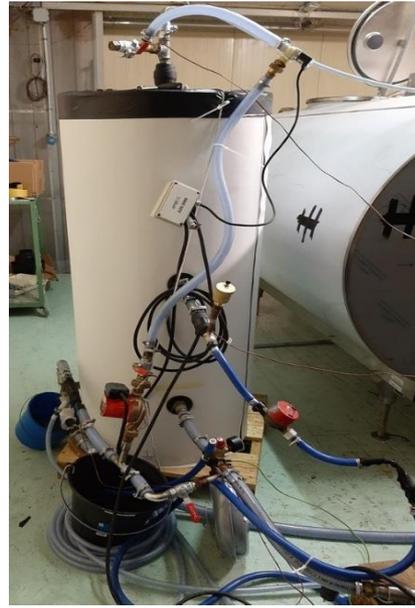
- Utilisation du modèle pour définir les composants à tester :
 - Détendeur électronique
 - Compresseur inverter
 - Ventilateur à vitesse variable
 - La régulation de l'ensemble



	Tank de référence	Tank avec les nouveaux composants
Consommation électrique	12,5 Wh/L _{lait}	6,3 Wh/L _{lait}

Gain potentiel : jusqu'à 50%

Essais réalisés au laboratoire R&D SERAP



Essais réalisés au laboratoire R&D POLE CRISTAL

Groupe de condensation dans la chambre climatique

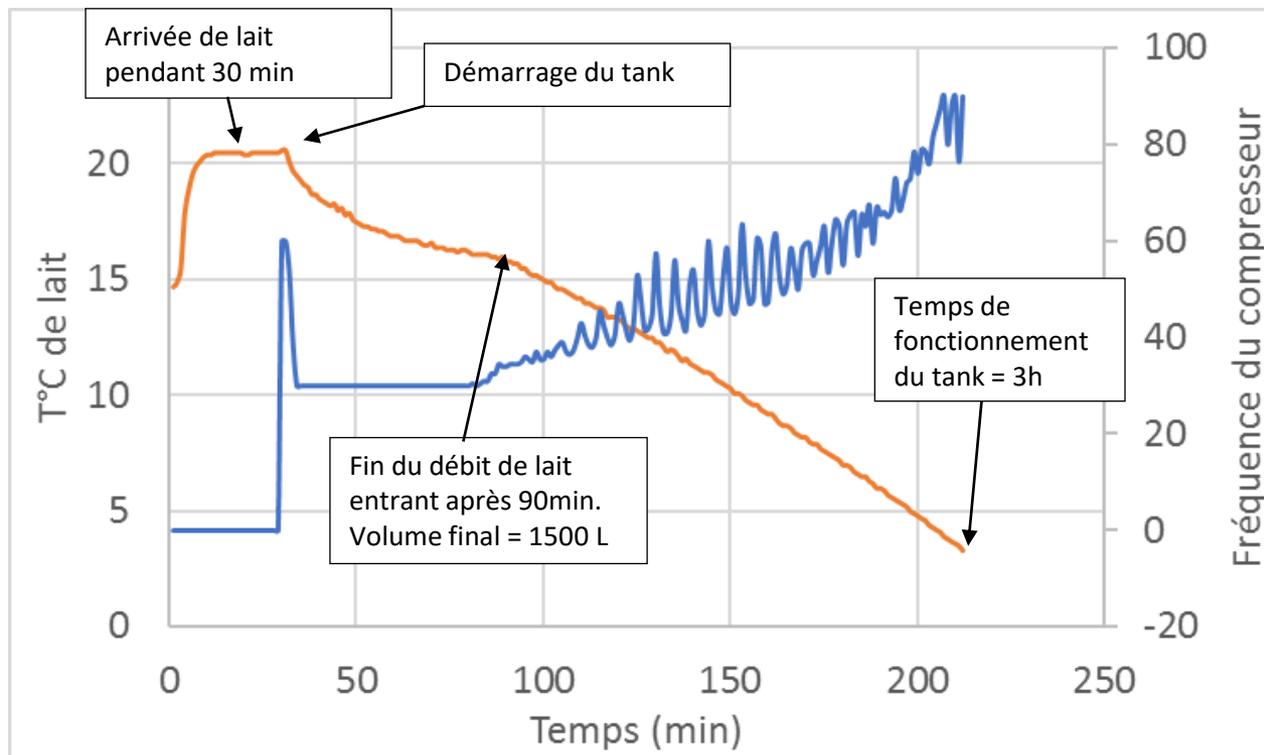


Tank à lait à l'extérieur de la chambre climatique



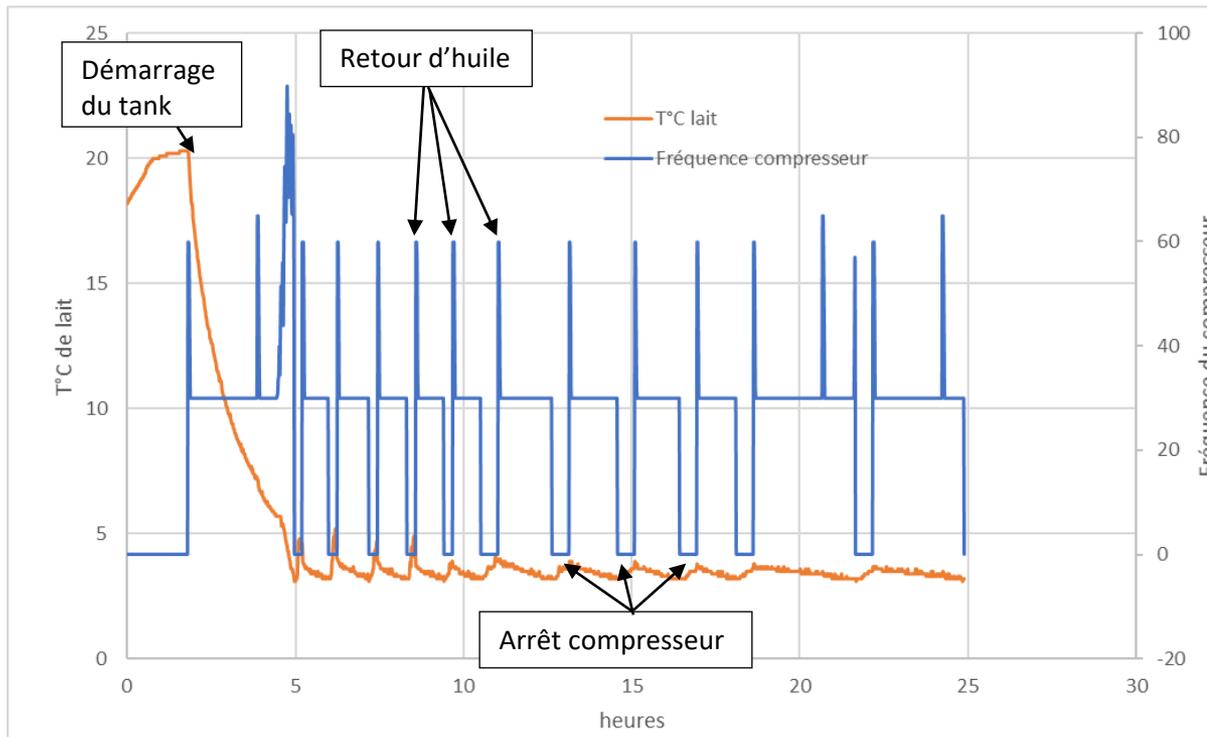
Exemple de résultats obtenus :

- Essai « **Traite conventionnelle avec pré-refroidisseur** » - arrivée du lait pendant 1h30 à une température de 20°C – T°C ambiante de 15°C



Exemple de résultats obtenus :

- Essai « **Traite robotisée avec pré-refroidisseur** » - arrivée du lait réglée à 2 litres/minutes pendant 24h à une T°C de 20°C – T°C ambiante de 15°C



- Hz ~ 30 Hz
- Limite le nombre de relance du tank

Ferme 1

FSE 7000L avec pré-refroidisseur et récup. chaleur



Ferme 3

FSE 12000L avec pré-refroidisseur et récup. chaleur



Ferme 4

FSE 12000L avec pré-refroidisseur, sans récup. chaleur



Ferme 2

FSE 7000L 6BII avec pré-refroidisseur, sans récup. chaleur



Ferme 5

FSE 15000L avec pré-refroidisseur, sans récup. chaleur

Ferme 6

FSE 5200L sans pré-refroidisseur, sans récup. chaleur (séparation des condenseurs)



Ferme 7

FSE 7000L avec pré-refroidisseur, sans récup. chaleur (séparation des condenseurs)



Ferme 9

FSE 18000L sans récupérateur de chaleur (installation d'un pré-refroidisseur)



Ferme 8

FSE 5200L sans pré-refroidisseur, avec récup. chaleur

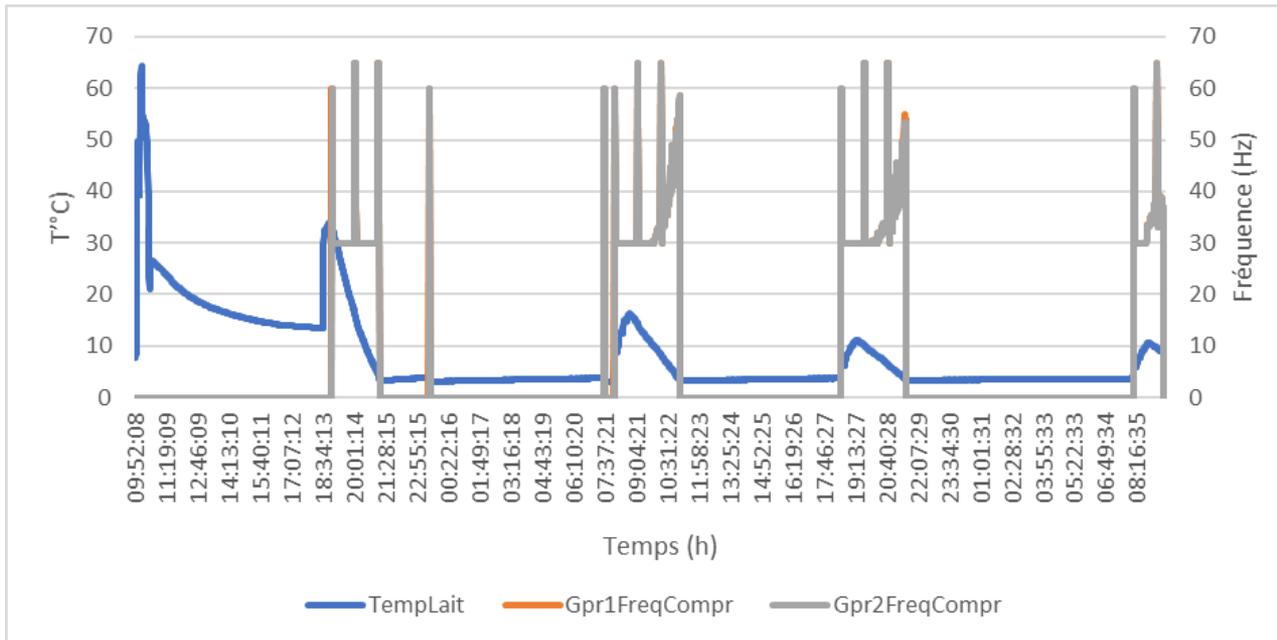


Ferme 10

FSE 8000L avec pré-refroidisseur (installation d'un récupérateur de chaleur)

- Suivi de fonctionnement:

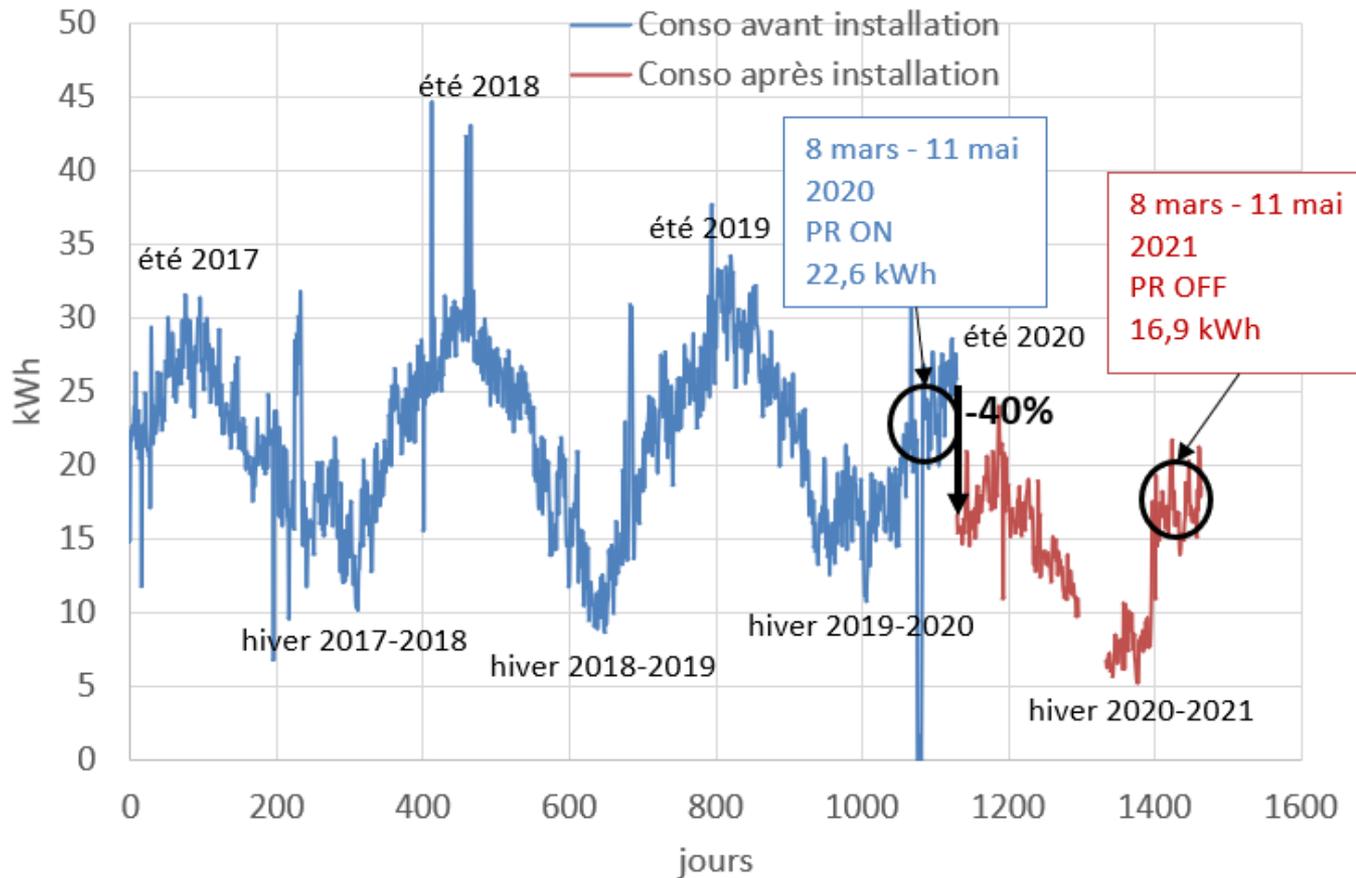
Exemple Ferme N°8 - 5200L – traite conventionnelle – sans pré-refroidisseur – suivi sur 24h :



- ➔ Refroidissement du lait à 3,5°C en 3 heures
- ➔ Fréquence du groupe froid varie entre 30 et 60 Hz et n’atteint jamais la fréquence maxi de 90 Hz

- Suivi des consommations d'électricité :

Exemple Ferme N°1 - 7000L – traite robotisée – avec pré-refroidisseur:



- Suivi des consommations d'électricité :

Exploitation	Capacité Tank (L)	Type de traite	Compresseurs avant	Condenseurs bien ventilés avant	Pré-refroidisseur	Consommation électrique avant	Gain / avant %	Gain / référence %
Ferme N°1	7000	Robot	Piston	Oui	Oui	12,1	42%	65%
Prototype au propane								
Ferme N°3	12000	Conventionnelle	Scroll	Oui	Oui	11	33%	64%
Fonctionnement irrégulier du pré-refroidisseur (t° arrivée de lait de 25° à 35°C)								
Ferme N°4	12000	Conventionnelle	Scroll	Oui	Oui	11,7	25-30%	59%
Fonctionnement irrégulier du pré-refroidisseur (t° arrivée de lait de 25° à 35°C)								
Ferme N°5	15000	ROBOT	Scroll	Oui	Oui	12	34%	61%
Fonctionnement régulier du pré-refroidisseur (t° arrivée de lait de 22° à 25°C)								
Ferme N° 7	7000	ROBOT	Piston	Non	Oui	10,3	27 - 40%	68%
Fonctionnement régulier du pré-refroidisseur (t° arrivée de lait de 19° à 22°C)								
Ferme N°9	18000	Conventionnelle	Scroll	Oui	Installé avec TANK 2020	14,4	55%	68%
Fonctionnement du pré-refroidisseur à optimiser (t° arrivée de lait de 23° à 26°C)								
Ferme N°10	8000	ROBOT	Piston	Oui	Oui	9,5	24%	64%
Pré-refroidisseur - Tank intégralement dans laiterie								
Ferme N°2	7000	Conventionnelle	Piston	Oui	En panne	20,1	38%	39%
Pré-refroidisseur non fonctionnel								
Ferme N°6	5200	Conventionnelle	Piston	Non	Non	16,5	35%	35%
Pas de pré-refroidisseur								
Ferme N°8	5200	Conventionnelle	Piston	Non	Non	20	38%	38%
Pas de pré-refroidisseur								

❖ Alimentation photovoltaïque avec stockage d'énergie

Réalisation d'essais avec un système de stockage de glace alimenté par du photovoltaïque → **coût de cette solution trop élevé pour être compétitive**



Bac à glace



Tracker solaire de 110 m²

❖ Fluides frigorigènes

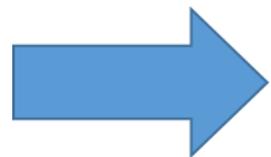
- Propane : 1 prototype testé en laboratoire puis installé en élevage
 - fluide performant mais inflammable (classe A3)
 - solution non retenue en raison des contraintes de sécurité trop importantes (ventilation mécanique, détecteur, ATEX, DESP,...)

- Fluides HFO (1234ze, 1234yf)
 - fluides faiblement inflammables (classe A2L)
 - contraintes de sécurité quasi-similaires aux fluides A3



Du projet au produit...

PROJET



opticool

REFROIDISSEZ | ÉCONOMISEZ | PRÉSERVEZ

Lancement commercial au

SPACE
14-15-16 + 17
SEPTEMBRE 2021
RENNES - FRANCE

space.fr

@SPACERennes #SPACE2021



**Doté d'un groupe frigorifique breveté,
Opticool permet de réduire significativement
les consommations énergétiques pour le
refroidissement du lait et le chauffage de l'eau**

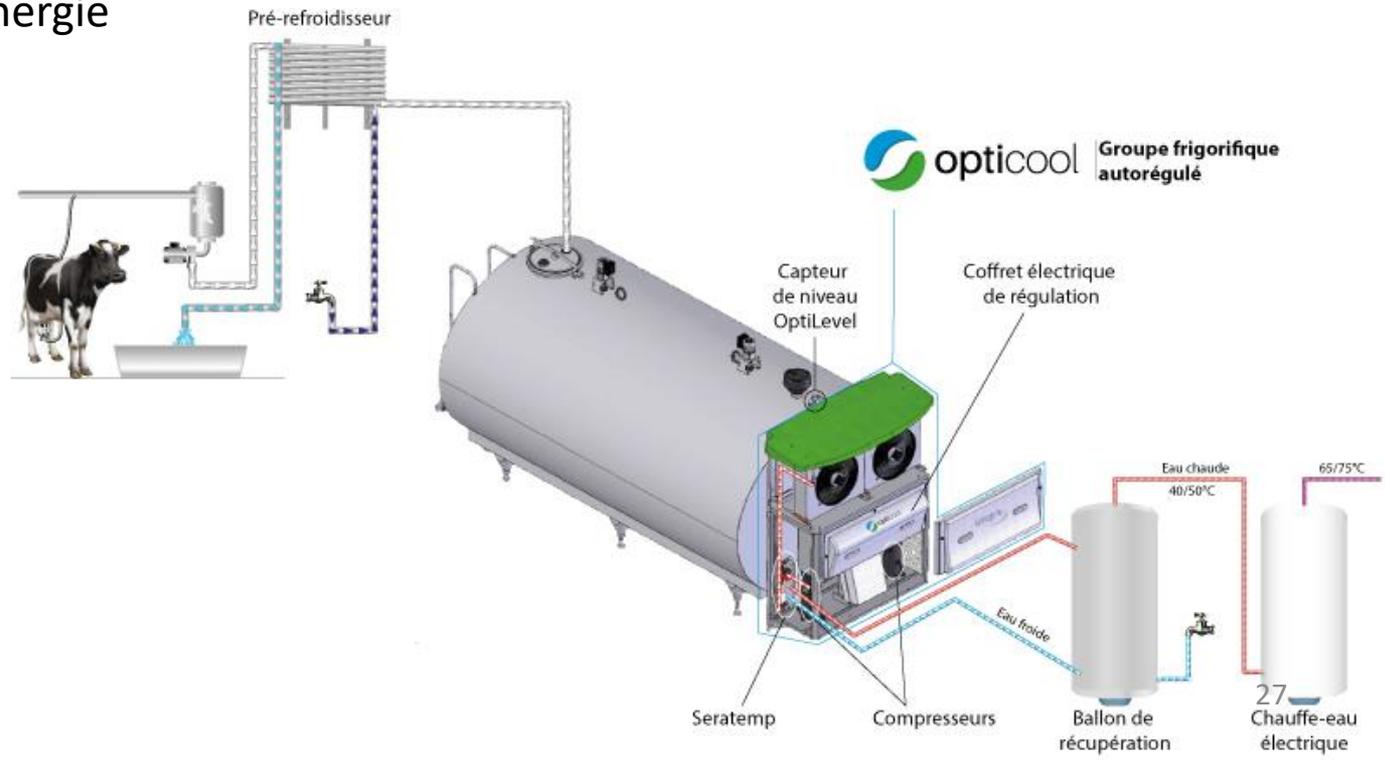




Groupe frigorifique basse consommation, autorégulé :

- Compresseur scroll inverter à puissance variable
- Variateur de fréquence
- Ventilateurs à vitesse variable
- Automate
- Détendeur électronique
- Compteur d'énergie
- Capteurs...

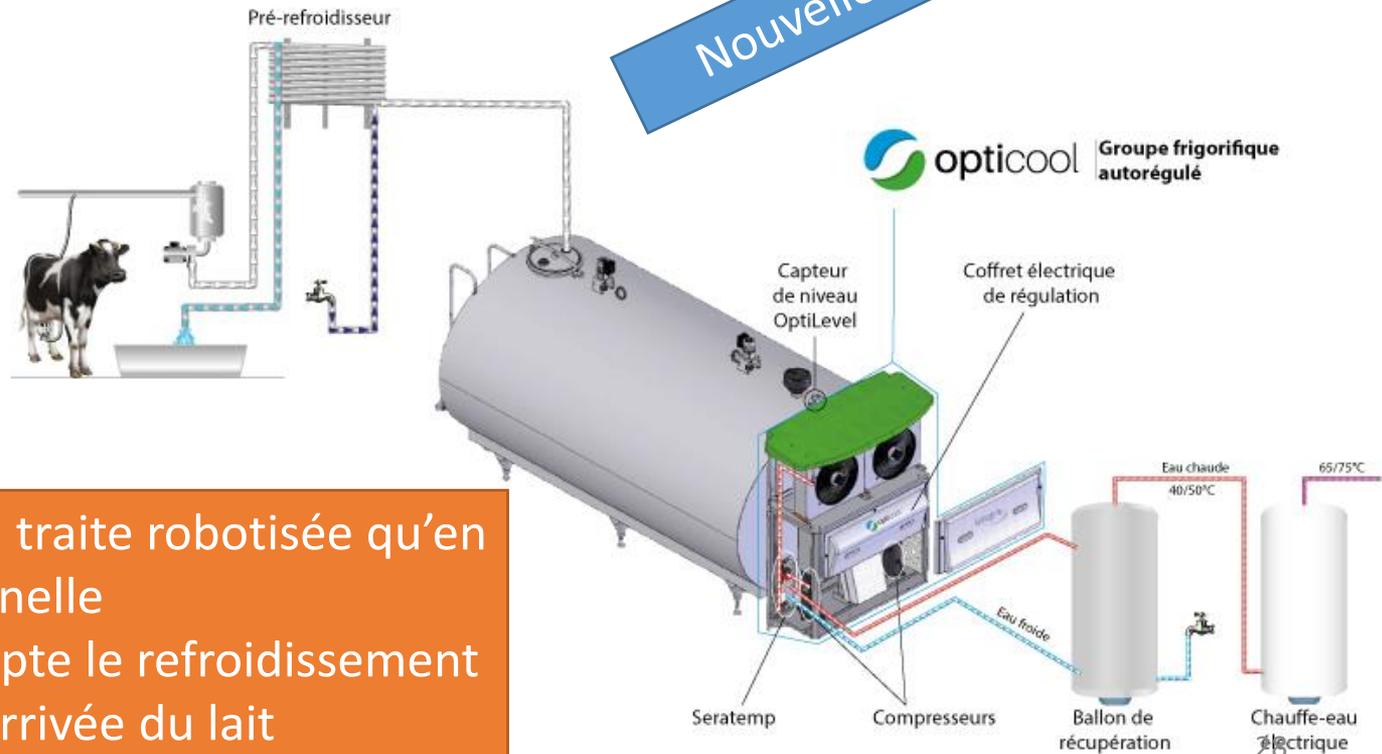
Nouveaux équipements



Groupe frigorifique basse consommation, autorégulé :

- L'automate calcule et ajuste la puissance frigorifique juste nécessaire pour refroidir le lait à 4°C en fonction :
 - ✓ De la quantité de lait arrivant dans le tank (capteur de niveau)
 - ✓ De la température ambiante (sonde de température)

Nouvelle régulation



Autant adapté en traite robotisée qu'en traite conventionnelle
Déclenche et adapte le refroidissement en fonction de l'arrivée du lait

Fluide frigorigène de dernière génération : R513A

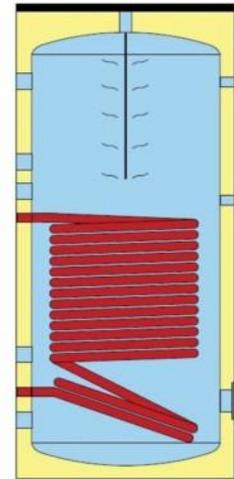
- Faible PRG : **630**
 - pour rappel R404A : **3900**;
 - R449A : **1400**
- Non-inflammable, non-explosif (classe **A1**)
- Requier les mêmes compétences et équipements que les fluides actuels
- Quantités de fluide frigorigène réduites par circuit

Nouveau fluide frigorigène

Récupérateur de chaleur intégré et piloté

- Permet de préchauffer l'eau chaude sanitaire avant le chauffe-eau
- Echangeur à plaques pré-monté sur le groupe
- Associé à une cuve-échangeur avec boucle d'eau
- Piloté par l'automate
- Protégé contre le gel si le groupe est en extérieur
- Simple à installer

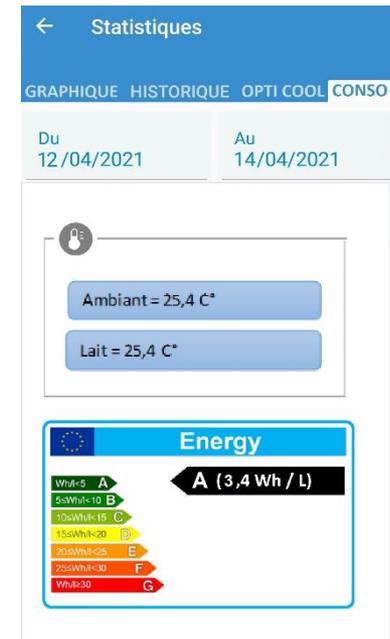
Nouveaux montage et pilotage



Communicant (développement en cours)

- Restitution des informations de fonctionnement à l'utilisateur:
 - ✓ Consommation nette
 - ✓ Taux de remplissage
 - ✓ Température ambiante
 - ✓ Température du lait entrant (efficacité du pré-refroidisseur)
 - ✓ Alertes éventuelles
- Ces informations permettent d'évaluer et de piloter les économies de consommation à tous les niveaux (pré-refroidissement, réfrigération, récupération de chaleur)

Développement en cours



Associé au pré-refroidissement du lait

- Abaisse la température du lait avant arrivée dans le tank par échange thermique avec l'eau d'abreuvement des animaux
- Pas de consommation d'électricité
- Permet une meilleure consommation d'eau par les animaux, notamment en hiver
- Le pré-refroidissement du lait permet d'optimiser encore davantage le gain de consommation d'Opticool



Rappel consommations de référence:
20 Wh/L en refroidissement du lait
17 Wh/L en production d'eau chaude

5- Exemple de performances :

	Avec pré-refroidissement Ex: Ferme 3
Capacité tank	12 000
Qté de lait annuelle	1 400 000
Consommation froid	7 à 8 Wh/L
Qté eau chaude estimée / jour	600 à 1000L
Récupération de calories possible (eau à 45°C)	5,7 à 9 Wh/L
Consommation résiduelle du chauffe-eau	8 à 11 Wh/L

-65%

-53%

-60%

Effacement possible de la consommation

Gain total

Le **TEWI** est la somme des émissions directes (dus aux fuites) et indirectes (dus à la consommation d'énergie)

$$\text{TEWI} = (\text{GWP} \times \text{L} \times \text{n}) + (\text{GWP} \times \text{m} \times (1 - \alpha)) + (\text{n} \times \text{Ea} \times \beta)$$

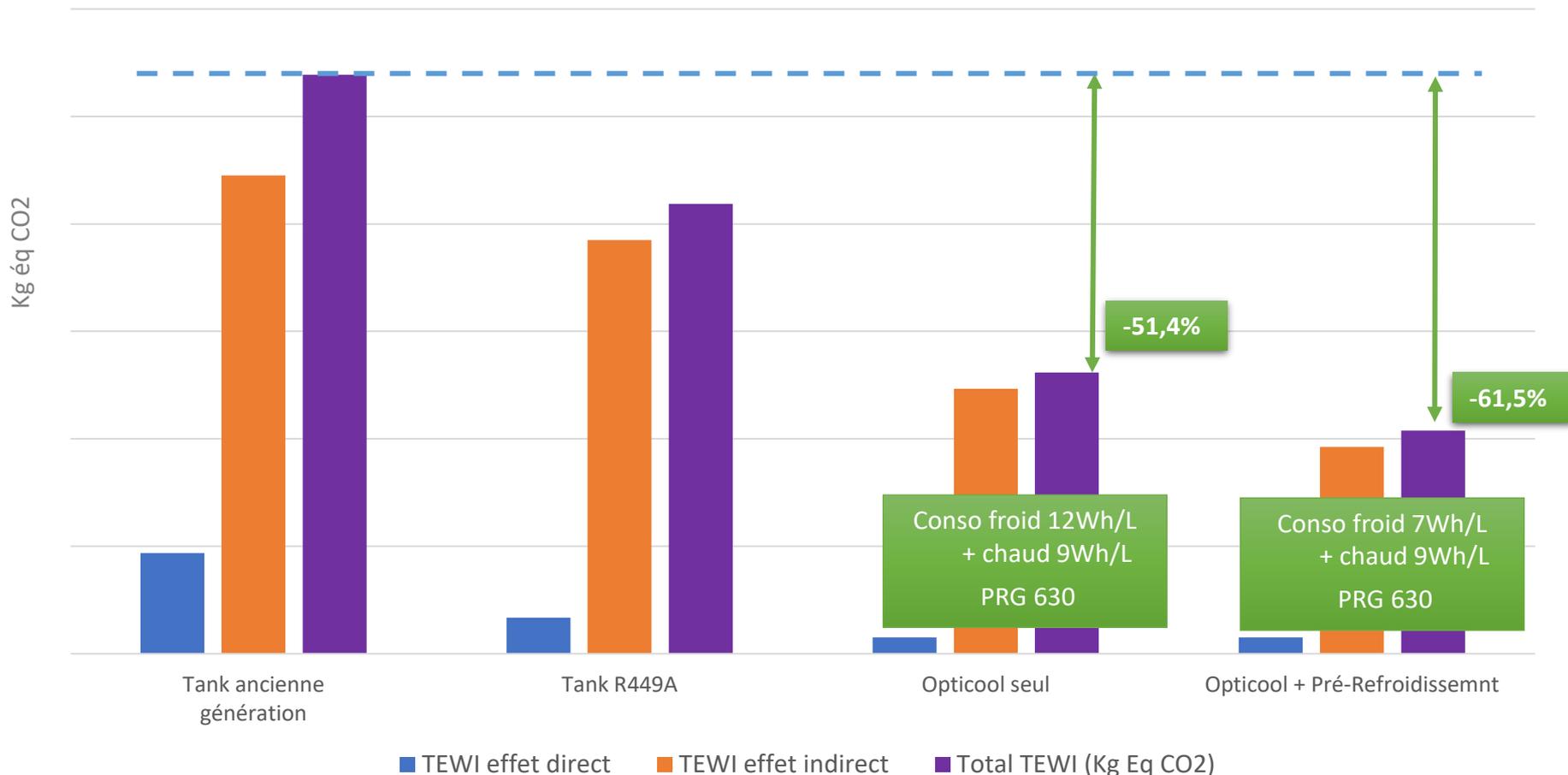
Effet de serre direct dû aux fuites et aux pertes de fluide frigorigène en fin de vie de l'équipement

Effet de serre indirect dû à l'énergie annuelle consommée

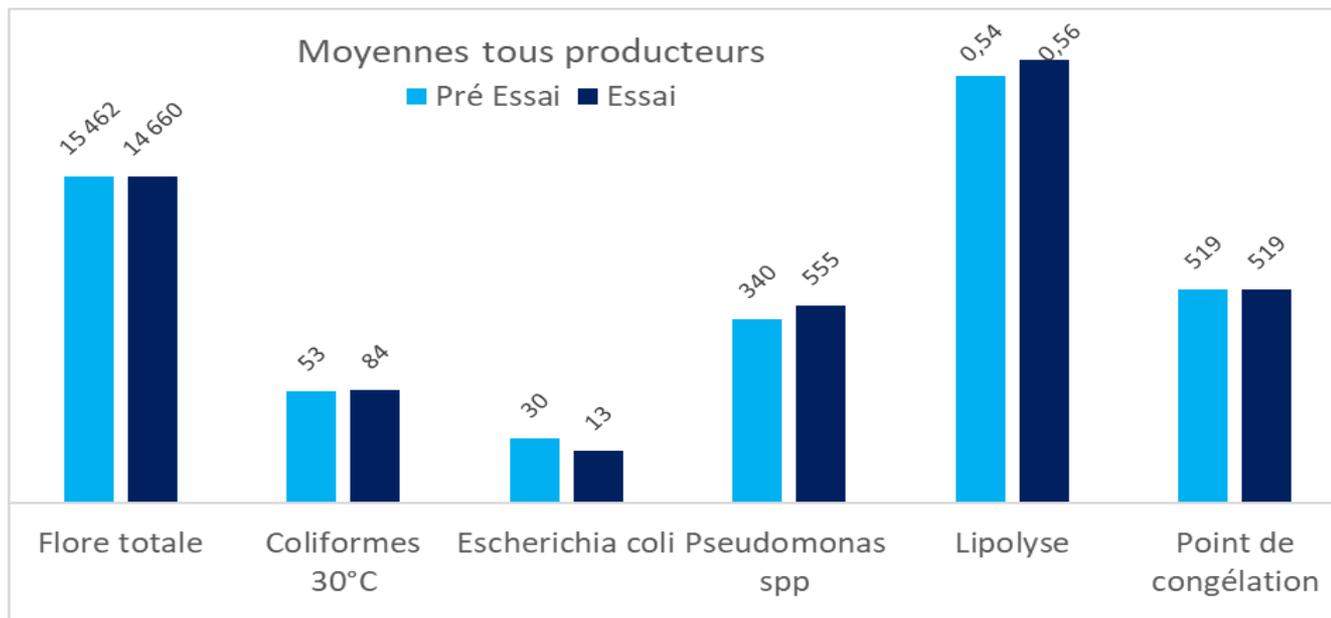
- *GWP* : Global Warming Potential;
- *L* : émissions annuelles de fluide en kg;
- *n* : durée de vie du système en années;
- *m* : charge en fluide frigorigène en kg;
- *α*: facteur de récupération / recyclage compris entre 0 et 1;
- *E* : consommation annuelle d'énergie en kWh;
- *β* : émission de CO2 en kg / kWh.

Durée d'utilisation 25 ans
Taux de fuite annuel 2% - Coeff récupération & recyclage fin de vie 90%

TEWI comparés



**Suivi qualité assuré par l'Institut de l'Élevage et YB Consultants
10 analyses juste avant et 10 analyses juste après le remplacement du groupe**



Conclusions de l'étude du consultant extérieur qui a été effectuée:

« Globalement les résultats sont identiques pour les deux périodes, tant pour les analyses bactériologiques que physiques. »

Une solution durable pour la filière laitière en lien avec les enjeux de transition énergétique

Diminution de la consommation énergétique pour le refroidissement du lait

jusqu'à **-40%** par rapport aux modèles standards équivalents

jusqu'à **-70%** avec l'ajout d'un pré-refroidisseur

La récupération de chaleur intégrée, via ce système, permet une économie

jusqu'à **-50%** sur le chauffage de l'eau sanitaire

Réduction de l'empreinte carbone de

de **-50%** à **-65%** par rapport aux tanks majoritairement en service

- ✓ SERAP : fabricant de refroidisseurs depuis plus de 55 ans
- ✓ Siège : Gorrion (53)
- ✓ 5 implantations industrielles: 2 en France, Inde, Brésil, Mexique
- ✓ 500 salariés dans le Monde dont 250 à Gorrion
- ✓ CA 50 M€ dont 50% à l'international (100 pays)
- ✓ Leader actuel en France, en Europe et dans le Monde
- ✓ La gamme de solutions la plus étendue du marché
- ✓ Autres activités: cuves vinicoles premium, équipements de process...



SERAP se positionne en **leader de l'innovation** dans le domaine du refroidissement du lait :

- ✓ **Tank 2020**
- ✓ Gamme Solaire
- ✓ Tank Connecté avec MyRainbow...



Merci



Venez échanger avec nous:

Hall 11- Stand A13