

BTS CCST (Conseil et commercialisation de solutions techniques)**MISE EN ŒUVRE DE L'EXPERTISE TECHNICO-COMMERCIAL**

SERAP INDUSTRIE
Rte de Fougères, 53120 Gorron

**EXEMPLE D'UN DOSSIER U62****A) Offre globale de la société SERAP : (2)**

- A-1) L'offre globale (1)
 - A-1bis) Vidéo Serap
- A-2) La cryogénie (1)

B) Analyse environnementale du tank à lait : (6)

- B-1) Analyse du marché (2)
- B-2) La traite et la collecte du lait (1)
- B-3) Le lait un produit délicat (1)
- B-4) La réglementation tank à lait (1/2)
- B-5) Les aides (1/2)
- B-6) La concurrence (1)

C) Le tank à lait avec système Opticool : (10)

- C-1) Le projet tank 2020 (1)
- C-2) Présentation du tank à lait (2)
 - C-2bis) Vidéo Mise en place chez un client
- C-3) Présentation du tank à lait avec système Opticool (1)
 - C-3-0) La plaquette du tank Opticool (PDF)
 - C-3-0bis) Vidéo Motion Design Opticool
 - C-3-1) Les échangeurs thermiques (1)
 - C-3-2) Le principe du cycle thermodynamique (1)
 - C-3-3) Le fluide caloporteur (1)
 - C-3-4) L'automate programmable (1)
- C-4) Comportement de la solution et identification des paramètres influents (1)
- C-5) La chaudronnerie fine inoxydable alimentaire (l'inox et les soudures) (1)

En noir : Pièces « papier » créées
(avec le nombre de pages)

En bleu : Pièces numériques
créées autre que « papier ».

En vert : Pièces non créées
rapportées au dossier.

**D) Animation-Formation technique : (1)**

- D-1) Bilan Animation-Formation (1)
- D-2) Diaporama de présentation du produit (PPT)
- D-3) Diaporama Modèle numérique R&D Pôle Cristal (PPT)
- D-4) Estimation de la rentabilité de l'Opticool (Tableur)
- D-5) Diaporama Procédés soudage SERAP (PPT)
- D-6) Test sur diaporama PPT

E) En annexes :

- E1) Le glossaire
- E2) Le projet tank 2020 (suite)
- E3) La plaquette du tank Opticool (PDF)
- E4) Étude du schéma "solution Opticool"
- E5) Grille du test Tank à lait
- E6) Conclusion
- E7) Carte mentale finale
- E8) Gantt réalisation du dossier U62

* Un glossaire se trouve dans les annexes pour les mots repérés par un astérisque (*)

A-1) L'offre globale de SERAP Group

<https://www.groupeserap.fr>



Serap Group est une référence dans le domaine de la conservation et de la transformation des produits fragiles. Fabricant de systèmes pour l'agro-alimentaire, mais aussi pour les domaines pharmaceutique et cosmétique, son savoir-faire technique est basé autour de 3 axes : les générateurs de froid (son logo parle de lui-même), la chaudronnerie et l'automatisme.



REFROIDISSEURS DE LAIT

PROCESS VINICOLE

PROCESS INDUSTRIEL

SURGÉLATION CRYOGÉNIQUE



Tank à lait

Correspond à près de 75% de son activité



Cuve vinicole



Container : Pour stockage et transports de produits liquides ou granulés pour l'industrie alimentaire, pharmaceutique ...



Tunnel cryogénique

- Refroidissement du lait en bidons pour les pays émergents
- Système de refroidisseurs collectifs pour les zones laitières en développement
- Refroidisseurs de lait pour les collectes en 24h, 48h ou 72h
- Installation de refroidissement instantané pour les grandes fermes

LES SAVOIR-FAIRE TECHNIQUES :

- Chaudronnerie Inox (des petits volumes jusqu'à 40 m³)
- Construction mécano-soudé inox
- Tuyautage Inox
- Etudes Process (PID), conception (Solidworks/Autocad)
- Electricité et pneumatique (études, fabrication, raccordements)
- Automatisme – HMI (Schneider/Siemens)
- Maîtrise Codap - Asme – Atex – (code et norme pour tuyauterie sous pression)
- Maîtrise FAT/SAT (essais d'acceptation en usine pour automatisation industrielle)



LE SERVICE APRÈS-VENTE SERAP

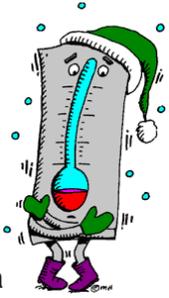
- Assure la commercialisation des pièces détachées, kits, accessoires et outillages nécessaires aux prestations d'installation et de maintenance pour l'ensemble des produits,
- Conseille sur le choix des pièces et envisage avec le client les solutions adaptées à l'équipement existant,
- Propose deux types de livraison : envoi standard ou envoi express en cas d'urgence.

A-2) La cryogénie

La **cryogénie** est l'étude et la production des basses températures (inférieures à -150°C). Cette production de froid est utilisée dans de nombreux secteurs : agro-alimentaire (conservation des aliments), médical, industriel, physique, l'élevage ...

Agro-alimentaire :

Les aliments sont des produits périssables par nature, comme le lait par exemple. Pour augmenter la durée de conservation, l'objectif du froid est de stopper la prolifération de germes pathogènes (bactéries). En effet, certaines bactéries (la salmonelle ou la listéria par exemple) peuvent provoquer des maladies graves. Le froid va les priver d'éléments pour vivre : l'eau (devenue glace) et l'énergie (la chaleur), et ainsi stopper le métabolisme (*).



La rapidité du refroidissement va jouer un rôle sur la qualité des aliments. Une congélation (refroidissement plus lent) altère les cellules qui en se décongelant vont libérer de l'eau. La surgélation (refroidissement plus rapide) réduit ou évite ce problème. Les produits gardent ainsi leur saveur et leur texture. Dans l'industrie agro-alimentaire on utilise alors de l'ammoniac liquide à -40°C et pour certains produits plus fragiles de l'azote liquide à -196°C .

Autre utilisation : Pour la charcuterie, la cryogénie permet de « croûter » les produits en les plongeant dans une ambiance froide (azote liquide) pour les congeler en surface avant de passer à la coupe qui de facto sera plus nette.

En médecine plusieurs utilisations possible :

La conservation de cellules : Le sang (cellules spéciales pour les transfusions), le sperme, les œufs (ovocytes).

Le traitement de certaines maladies de peau comme les verrues.

La cryothérapie consiste à placer une personne dans le cryosauna pendant 1 à 3 mn à des températures allant de -120°C à -160°C . Elle est utilisée pour la récupération des sportifs et l'amélioration de leurs performances, ainsi que pour le traitement de pathologies musculaires et rhumatologiques (diminuer les douleurs chroniques).



Le nettoyage-décapage industriel :

Le nettoyage cryogénique emploie du gaz carbonique (CO_2) sous forme de bâtonnets de glace appelés pellets (5 à 10 mm) à une température d'environ -78°C . La glace est projetée à l'aide d'air comprimé (de 2 à 15 bars). Ce procédé garantit une efficacité du décapage des salissures et autres traces de graisse, tout en évitant les conséquences que peut apporter l'eau avec un nettoyage avec laveur haute-pression.



Comment obtenir ces basses températures ?

La production du froid qui consiste à absorber la chaleur contenue dans un milieu peut être obtenue suivant plusieurs modes. Les plus utilisés sont :

- La sublimation d'un solide : Consiste à le faire passer de l'état solide à l'état vapeur par absorption de chaleur, le cas le plus courant est celui du CO_2 qui à la pression atmosphérique a une température de sublimation de -78.9°C .
- La détente d'un gaz comprimé (voir C-3-2 : « le principe du cycle thermodynamique ») : Repose sur le principe de l'abaissement de la température d'un fluide lors de sa détente.

B-1) Analyse du marché

Le marché concerné est celui des tanks à lait ou refroidisseurs de lait qui est en pleine évolution. Ces matériels sont utilisés dans le domaine agricole et plus particulièrement les exploitations laitières.

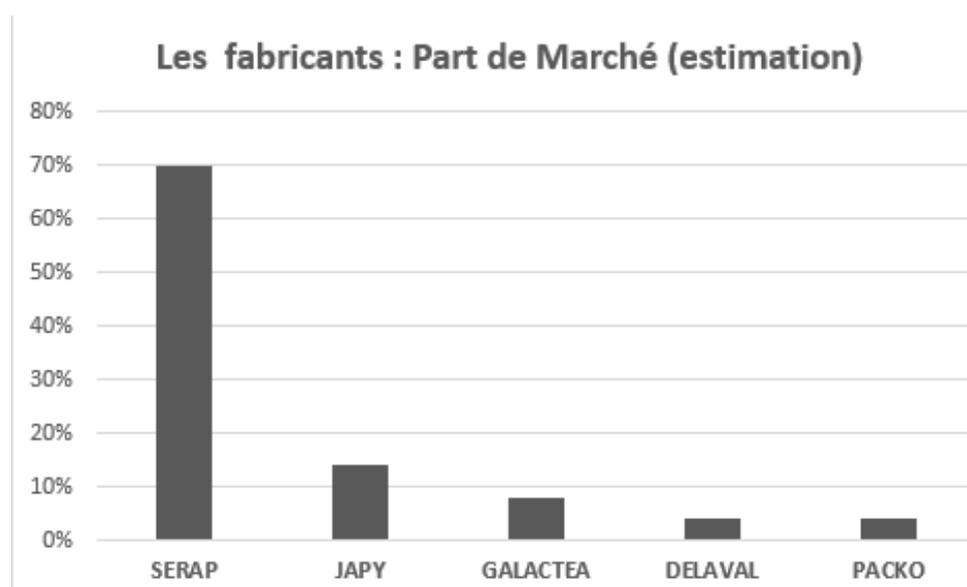
OFFRE

Au niveau national, le parc des refroidisseurs est de 55 000 unités. L'âge moyen est de 20 ans, certains ont plus de 40 ans. Avec une durée de vie de 50 ans, le taux de renouvellement d'un tank à lait est très lent, tous les 20 à 30 ans en moyenne. Les ventes nationales s'élèvent à 800 tanks par an.

La segmentation tanks laitiers par application :



Les capacités varient de 1100 l à 40 000 litres. En 2021, la capacité moyenne du tank à lait des exploitants éleveurs avoisine les 10 000 litres.



Grâce à d'importantes dépenses en R&D, les fabricants innovent tant dans la fabrication de la cuve que les équipements. En effet, le faible taux de renouvellement des tanks à lait incite les fabricants à se positionner dans une démarche de rétrofit. Fullwood Packo propose de refroidir le lait grâce à l'énergie photovoltaïque, Serap Industrie a réussi à créer une solution permettant de diminuer la consommation énergétique jusqu'à -40% par rapport aux modèles standards équivalents...

DEMANDE

La majorité des éleveurs laitiers sont locataires de leur tank à lait (67,5 % contre 32,5 % qui en sont propriétaires). Cependant, il existe une disparité au niveau national : dans les régions montagneuses, les exploitants agricoles sont propriétaires alors qu'au niveau de l'Ouest, ils les louent très majoritairement (80%).

B-1) Analyse du marché (suite)

Pour les tanks laitiers, il y a deux typologies de clients potentiels :

➤ Les laiteries :

5 groupes industriels (Lactalis, Danone, Sodiaal, Savencia et Bel) collectent et transforment les 296 millions de litres de lait de vache en métropole.

Propriétaire du tank, la laiterie met à la disposition de l'éleveur (contrat de location) un tank et s'occupe de l'entretien et du dépannage 7 jours sur 7 (sécurité pour l'éleveur). De plus, en cas de souci avec le tank et que le lait doit être jeté, la laiterie prend également en charge le dédommagement. En contrepartie, le loueur facture un coût au litre de lait collectée en général entre 3 et 4 €/1000 litres (en 2021).

Les laiteries renouvellent annuellement leur parc pour deux raisons, la vétusté des tanks et l'évolution de la production des cheptels. Ainsi la durée du contrat de location est en moyenne de 7 ans.

Ces industriels effectuent de nouvelles acquisitions tous les ans et les achats de renouvellement représentent 10 à 15% du parc.

Ces investissements peuvent faire l'objet d'appel d'offres. En fonction de la structure, le nombre des intervenants au processus d'achat varient mais il y aura au moins le directeur des achats assisté du responsable « froid ferme ».

➤ Les éleveurs laitiers ou producteurs de lait :

Au niveau national, 55 000 exploitations laitières sont recensées.

Pour les exploitants laitiers, le volume sera déterminé en fonction de la taille du cheptel et de la fréquence de collecte de la laiterie (2, 4 ou 6 traites). Propriétaire de son tank, l'éleveur est libre de choisir qui réalise la maintenance. En cas de problème avec le tank qui obligerait à jeter le lait, c'est une perte à la charge de l'éleveur. Cependant, certaines assurances proposent désormais des prises en charge (exemple : erreurs antibiotiques, pannes, etc.).

En ce qui concerne le coût, l'achat du tank à lait représente un investissement qui sera notamment compensé par le versement d'une prime froid/tank à l'éleveur propriétaire. En cas d'agrandissement, ce dernier devra s'occuper de la revente de l'ancien avant d'en acheter un nouveau.

Afin de bénéficier de conditions d'achat plus favorables, certains exploitants laitiers s'associent pour effectuer des achats groupés. Cela leur permet de devenir indépendants et acquérir du pouvoir notamment lorsqu'ils envisagent de changer de laiterie.

Le tank à lait étant un équipement essentiel, les critères de choix de l'exploitant laitier sont :

- Obtenir un lait de qualité permettant de déterminer son niveau de rémunération,
- Minimiser les frais de fonctionnement : 70% de la consommation d'énergie provient du refroidissement du lait et de la production d'eau chaude (nettoyage). Le refroidisseur peut devenir un outil sophistiqué permettant de créer de la valeur notamment compte tenu du prix des énergies. Pour un troupeau de 150 vaches (1,2 million de litres de lait par an), une collecte tous les trois jours et un tank de 15000 litres, un éleveur peut économiser 3 000 € par an, soit le tiers de sa facture d'électricité sur l'atelier lait.

Outre les dimensions commerciales et économiques, il est impératif de prendre en compte les autres variables de l'environnement.

Sources :

<https://www.ouest-france.fr/economie/agriculture> <https://www.anjou-agricole.com>

<https://www.reussir.fr/lait/effacez-la-consommation-electrique-du-tank-lait-cest-possible>

<https://www.web-agri.fr/traites/article/167369/mieux-vaut-il-etre-propretaire-ou-locataire-de-son-tank-a-lait->

B-2) La traite et la collecte du lait

La traite :

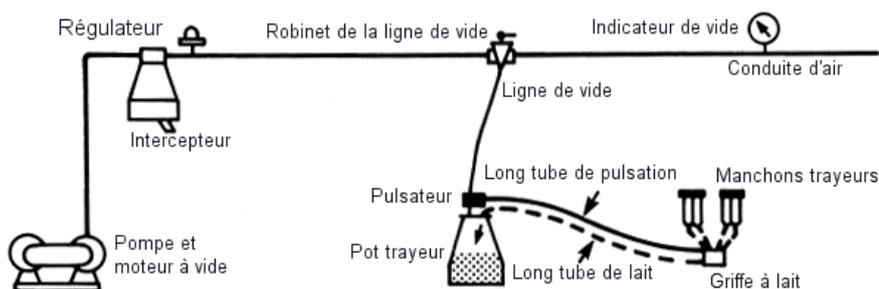
Elle a lieu deux fois par jour : le matin et en fin de journée. Une vache en moyenne produit 25 litres de lait par jour, sur neuf à dix mois dans l'année. Les deux mois suivants elle est en pause avant de repartir sur un cycle de 9/10 mois avec la conception d'un nouveau veau. À titre de comparaison une chèvre produit seulement 5 litres au quotidien et une brebis 2 litres.



Le recueil du lait : la machine à traire

Les manchons trayeurs de la machine positionnés sur les pies de la vache, vont subir un vide par pulsation pour extirper le lait de la vache. Le lait va être dirigé dans un pot trayeur pour ensuite être véhiculé jusqu'au réservoir (tank à lait) qui équipé d'un système frigorifique va alors le refroidir à 4 °C. Sauf pour les vaches soignées aux antibiotiques, le lait sera écarté du système.

La traite peut être conventionnelle (mise des manchons trayeurs à la main) ou robotisée.



Collecte par le laitier :

Une collecte est effectuée tous les 1 ou 2 jours (parfois 3) par une entreprise (le laitier) pour ensuite transformer le lait (Lait UHT, fromages, yaourts ...).

À chaque collecte le laitier effectue un prélèvement. Avant de pomper le lait du tank, il fait tourner les pales dans le fond de la cuve pendant 2 minutes pour mélanger le lait et avoir un prélèvement représentatif du lait collecté.

Les échantillons de lait collectés sont acheminés chaque jour par le service logistique vers le laboratoire d'analyses partenaire. Ces analyses permettent de vérifier la qualité du lait (exemple : la lipolyse - voir B-3 « le lait un produit délicat »), de déterminer le prix du lait versé à l'éleveur (application de pénalités voire arrêt de la collecte) mais aussi d'obtenir régulièrement des indicateurs de pilotage du troupeau.



B-3) Le lait, un produit délicat

Introduction :

Pour la conservation du lait cru, la solution la plus naturelle et la plus sûre est le refroidissement. Les bénéfices sont nombreux : meilleure maîtrise de l'évolution de la flore microbienne, possibilité de différer l'utilisation du lait, réduction des contraintes horaires pour le producteur, et enfin la laiterie réceptionne un lait dont la mise en œuvre peut être reportée, améliorant ainsi l'organisation du travail.

Mais l'application du froid au lait, tant au niveau de la ferme, de la collecte et de l'usine, apporte les résultats attendus dans la mesure où certaines conditions sont respectées.



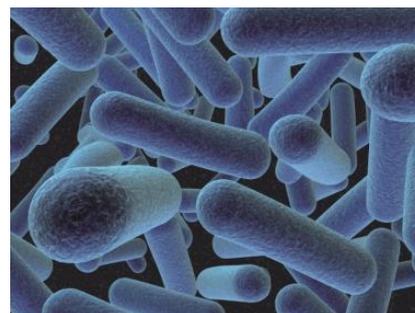
Les micro-organismes dans le lait :

Le lait recueilli après la traite contient toujours des microorganismes dont le nombre et les espèces auxquels ils appartiennent sont très variables.

La présence inévitable de ces germes dans le lait cru est due à des contaminations d'origine intra-mammaire et extra-mammaire qu'il est impératif de limiter. L'exploitant laitier doit être rigoureux sur le lavage de la mamelle et sur la propreté de l'ensemble du process (traite, transfert et conservation du lait), sans oublier la qualité des eaux de nettoyage et de rinçage.

Les bactéries les plus célèbres sont la *Listeria monocytogenes*, la *Salmonella* ou les *Staphylocoques* qui peuvent provoquer des maladies graves. Pour exemple la *Listeria* peut engendrer une méningite (infection résultant de l'inflammation des membranes enveloppant le cerveau et la moelle épinière appelées "méninges" qui peut provoquer la mort du patient).

Le maintien du lait au froid permet essentiellement d'arrêter le développement des micro-organismes. Il constitue un traitement de stabilisation qui n'améliore pas la qualité initiale du lait et n'entraîne pas la mort des bactéries.



La lipolyse

La matière grasse du lait (lipides) est constituée de globules gras enveloppés d'une membrane protectrice. Un choc physique trop important risque de la déchirer, mettant alors en contact la matière grasse et les lipases (enzymes hydrosolubles). Ces dernières hydrolysent (décomposition chimique par fixation d'eau) les glycérides insolubles en glycérol et acides gras, et leur libération provoque des défauts de goût et d'odeur de rance très désagréables qui apparaissent déjà avec de faibles quantités d'acide. C'est la lipolyse ou rancissement hydrolytique.

Ainsi une analyse de la lipolyse est effectuée à chaque collecte et le résultat de la qualité du lait est un critère de paiement à l'agriculteur.

La lipolyse peut apparaître dans tous les produits contenant de la matière grasse. Dans ceux de longue conservation comme le beurre, la poudre de lait et certains fromages dans lesquels les lipases ont tout le temps d'agir, elle peut provoquer de redoutables défauts de saveur.

Source : <https://www.filiere-laitiere.fr/fr/filiere-laitiere/collecte-maillon-fort>

B-4) Réglementation refroidisseurs à lait

Introduction : A la sortie de la mamelle, le lait est à la température de l'animal (37 °C). Cette condition favorable à la multiplication de nombreux germes est inexistante pendant les quelques heures qui suivent la traite, en raison du pouvoir bactériostatique du lait frais.

Stockant un produit alimentaire les tanks à lait sont bien-sûr contraints par des réglementations strictes et doivent suivre les normes ISO (*) 5708 et EN 13 732.

La norme ISO 5708 : Cette norme internationale spécifie certaines caractéristiques de conception, de construction et de fonctionnement des refroidisseurs de lait en vrac, ainsi que les méthodes d'essai correspondantes (ici ne sont pas traitées les règles de sécurité électrique).



Des exemples d'obligations :

- La cuve : Matériaux, rugosité, qualités des soudures, rayons et dimensions, son nettoyage, agitateur (mesure de la force périphérique), évacuation du lait ...
- Dispositifs de réglage de la température du lait
- Equipement frigorifique et le type de fluide frigorigène
- Essais des caractéristiques de fonctionnement : Refroidissement, température de sécurité, isolation thermique, agitation du lait ...

Le groupe SERAP fait partie des comités de normalisation

Sources : https://www.health.gov.on.ca/fr/public/programs/publichealth/foodsafety/milk_risks.aspx
<https://dgn.isolutions.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:5708:ed-1:v1:fr>
<http://www.fidocl.fr/content/listeria-et-staphylocoques-causes-possibles-de-ces-agents-pathogenes>

B-5) Les aides

L'équipement du nouveau système de refroidissement « Opticool » d'un tank à lait permet de réaliser des économies d'énergie notamment en récupérant une partie de l'énergie fatale (*). Cet investissement peut bénéficier d'aides.

Le dispositif CEE (Certificat d'Économie d'Énergie) :

Initiées par la loi sur l'énergie du 13/07/2005 (loi POPE), ces primes ont pour objectif de contribuer à réaliser des économies d'énergie dans les secteurs du bâtiment, des petites et moyennes industries, de l'agriculture ou des transports.



Le principe est basé sur la mesure des économies d'énergie réalisées grâce à de nouvelles installations; économies mesurées en kWh Cumac (contraction de *Cumulée* et *Actualisés*).

1kWh Cumac = 1 CEE. Le Cumac est l'unité de référence utilisé pour les opérations éligibles aux CEE et déterminera le calcul et le paiement des primes CEE.

Peu développé en agriculture, en dehors des filières serres et lait, la prime prévisionnelle sera de l'ordre de 1500 à 2000 euros pour l'acquisition d'un récupérateur de chaleur (de 13 à 18 000 euros) sur un tank à lait.

Dossier PCAEA (Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles)

Pour la région Bretagne, certains investissements peuvent être subventionnés. Ce plan est financé par l'Europe, l'État, et le Conseil Régional de Bretagne. Le tank « Opticool » est éligible et la subvention est de 40% de son montant.



Source : <https://www.ademe.fr/>

B-6) La concurrence

SERAP Group est aujourd'hui le 1er constructeur mondial de refroidisseurs de lait à la ferme, et, leader (70 % de part de marché) en France et dans plusieurs pays étrangers.

Les autres acteurs du marché des tanks laitiers

	<ul style="list-style-type: none"> - Producteur historique (création en 1920) de cuves frigorifiques laitières, - Installé dans l'est de la France (DIJON) et au cœur de l'Europe. - Exportation des produits dans plus de 50 pays. 	<p style="text-align: center;">JAPY TECH propose toute une gamme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - De tanks : des petites quantités au grand stockage, - D'équipements complémentaires ainsi qu'un parc de matériels disponibles sans délai, allant du groupe frigorifique en passant par la borne de contrôle. 	<p style="text-align: center;">https://www.japy-tech.com/fr/</p> <p style="text-align: center;">Rte de Gray, 21850 Saint-Apollinaire 03 80 71 82 04</p>
	<p style="text-align: center;">Plus présente sur le marché. A vendu ses parts à Japy</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> - Expérience de plus de 20 ans d'activité, - Fabricant de tanks à lait réfrigérés pour le secteur agricole et l'industrie agroalimentaire - Réalise 45 % de son CA à l'export : (Grande-Bretagne, Espagne, Italie, Pologne, Turquie, Algérie) 	<ul style="list-style-type: none"> - Distributeurs de tanks neufs, - Référence pour la fourniture de pièces de rechange et équipements (d'origines ou adaptables) toutes marques pour refroidisseurs de lait et matériels de traite. 	<p style="text-align: center;">http://www.galactea.eu/fr/</p> <p style="text-align: center;">Rue du General De Gaulle 42110 Cleppe 04 77 26 04 40</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Fournit l'industrie laitière depuis près d'un siècle, depuis plus longtemps que tout autre producteur - Fabrication en Belgique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fournisseur international de solutions complètes et intégrées de traite (robotisée), de refroidissement et de gestion du troupeau de qualité (gamme de cuves de refroidissement de 2 600L à 50 000L) au service des éleveurs. 	<p style="text-align: center;">https://fullwoodpacko.com/</p> <p style="text-align: center;">14 Rue Gutenberg, 76 440 Forges Les Eaux 02 35 90 42 42</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Fournisseur mondial en équipements (notamment confort de la vache) et solutions de traite (robots...) pour les producteurs laitiers 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaste gamme de réservoirs à lait pour le secteur agro : disponible en différents types et de tailles (de 800 jusqu'à 8 000 gallons), - Tank de refroidissement neuf, mais aussi d'occasion. 	<p style="text-align: center;">https://www.delaval.com/</p> <p style="text-align: center;">(Belgique) 32 928 091 00</p>

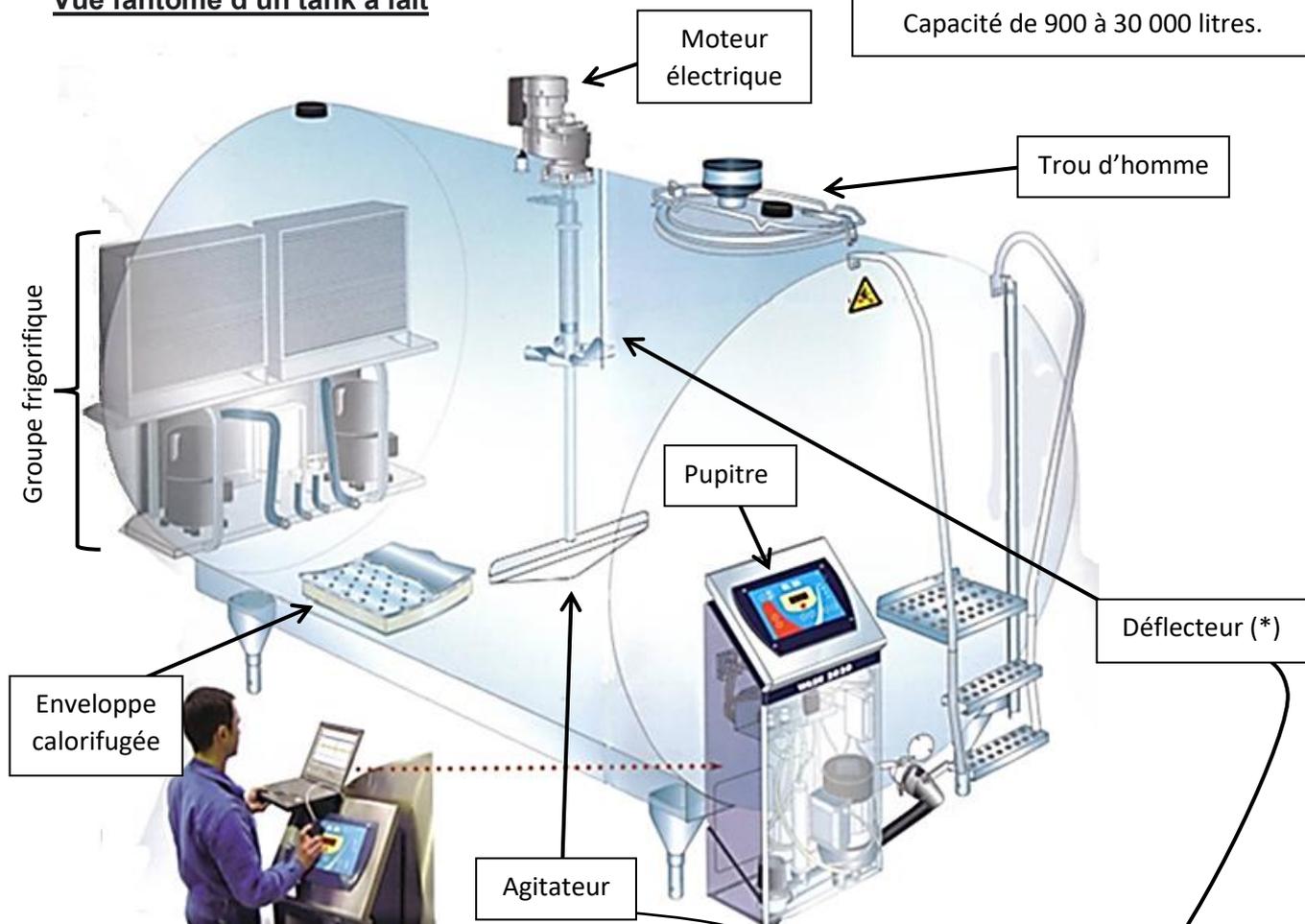
C-2) Présentation du tank à lait

Un tank à lait est constitué d'un réservoir (le tank) calorifugé muni d'un groupe frigorigène pour abaisser la température du lait après la traite et le stocker en conservant cette température.

Les pieds de l'ensemble sont réglables en hauteur pour s'adapter aux imperfections possibles du sol.



Vue fantôme d'un tank à lait



Lors de l'arrivée du lait de la traite, l'agriculteur met en route le système frigorifique du tank. Sous le fond de la cuve se situe le circuit de refroidissement (l'évaporateur) qui capte et évacue les calories du lait. Pour une traite conventionnelle, le système va mettre 2 à 3 heures pour rabaisser l'ensemble du volume de lait à 4°C.

Pour cela les pales de l'agitateur brassent le lait afin homogénéiser sa température. L'agitateur tourne seulement à 25 tr/min afin de limiter le phénomène de lipolyse (voir B-3 « le lait un produit délicat »). Ensuite le groupe frigorifique s'arrête. La cuve étant calorifugée elle gardera cette température, excepté en période d'été où le groupe devra redémarrer. A l'arrêt du groupe froid, les pales tournent par intermittence : 2 minutes de rotation pour 15 minutes d'arrêt.



C-2) Présentation du tank à lait (suite)

La vidange de la cuve :

A l'aide du branchement de la cuve au niveau de la poignée vanne à la citerne du camion, le transfert du lait est lancé. Ensuite, l'agriculteur lance le cycle de lavage-rinçage de la cuve vide. Grâce à l'eau chaude mélangée à des produits détergents (alcalin et acide, en alternance), le déflecteur tournant (25 tr/min) va projeter l'eau sur toute la surface pour une meilleure efficacité. Pour finir, il laisse un temps d'égouttage.



Poignée vanne

Le pupitre de commandes

Il est utilisé lors de :

- La traite : le producteur lance le refroidissement.
- La collecte : le laitier lance l'agitation avant prélèvement (mode « agitation forcée »), puis active le lavage-rinçage.

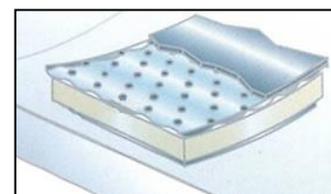
Le système enregistre et conserve un historique de l'utilisation du tank jusqu'à 3-4 mois.

Le trou d'homme

Grâce à l'introduction d'une pige graduée, il permet de vérifier la quantité de lait affichée dans la cuve, et d'être éventuellement utilisé pour de la maintenance.

L'isolation thermique du tank

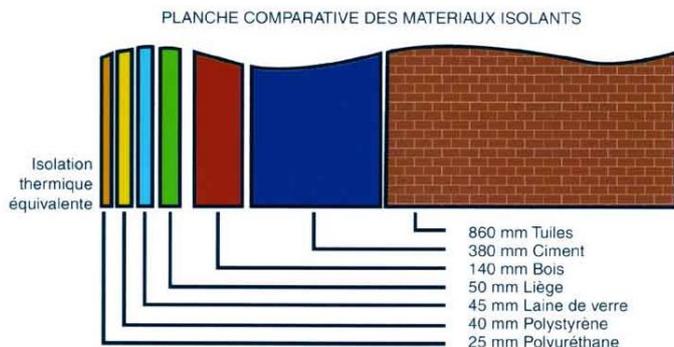
La cuve est calorifugée haute performance avec une mousse polyuréthane injectée. Chaque unité fait l'objet d'un contrôle par caméra thermographique.



Pour une bonne isolation, un matériau doit avoir une conductivité thermique la plus faible possible λ (lambda). Mais le résultat final va dépendre bien-sûr de l'épaisseur de l'isolant, qui débouche sur une autre caractéristique : La résistance thermique R en $m^2.K/W$ (mètre carré x degré kelvin / Watt)

Plus la résistance thermique R est élevée, meilleure sera l'isolation.

Exemple : pour un panneau isolant d'une épaisseur de 100 mm ayant un lambda 0,022 W/mK, la résistance thermique sera de : $0,1 m / 0,022 = 4,54 m^2K/W$.



Contraintes d'installation :

- Une pente à 2 % du sol de la laiterie orientée vers les grilles d'évacuation des eaux usées de lavage. Pour éviter la remontée des égouts (lisier) chargés en ammoniac, l'évacuation est avec siphon.
- Raccordement des circuits d'eau (réseau public, chauffe-eau).
- Ligne électrique dédiée, en triphasé avec disjoncteur différentiel et abonnement associé à la puissance du groupe.
- Façade accessible pour les laitiers, pas plus de 5 mètres de tuyau entre camion-citerne et le tank.
- Eclairage au niveau du trou d'homme
- Espace de circulation autour du tank
- Aération du local pour groupe compact afin d'éviter de trop fortes chaleurs.

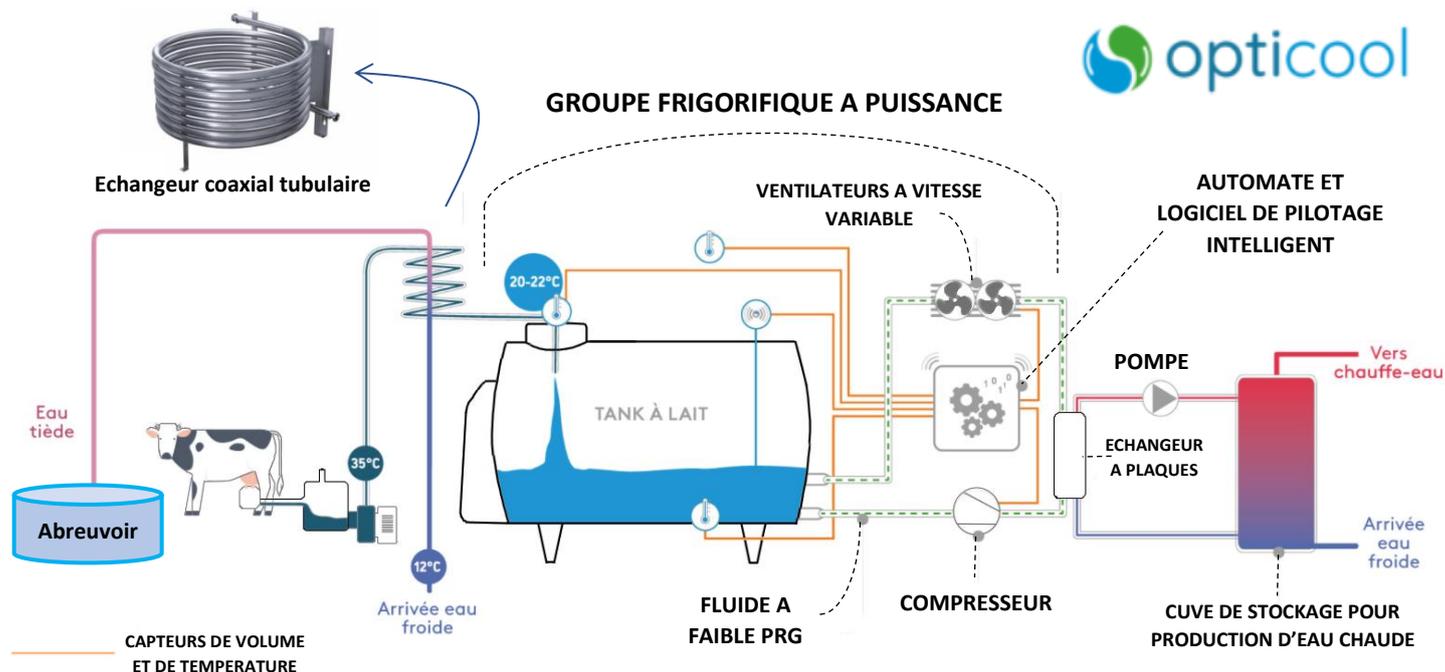
Sources : <https://www.groupeserap.fr/>

et

<https://www.fao.org/3/x6550f/X6550F00.htm>

C-3) Présentation du tank à lait avec le système Opticool

Le groupe frigorifique Opticool a été pensé avec une démarche « rétrofit (*) », adaptable sur toute référence de tank à lait, même de marque différente. Modulaire, il est soit accolé au tank (tank compact), soit séparé (possibilité de sortir les ventilateurs en extérieur afin de réduire les consommations d'énergie et d'avoir moins chaud en période estivale).



Installation proposée sur le site de Serap Industrie (<https://www.groupe-serap.fr/>)

À la sortie de la machine à traire, le lait est refroidi par un échangeur coaxial tubulaire (voir C-3-1 « Echangeur thermique ») permettant d'abaisser sa température jusqu'à 20-22°C. Cet échangeur permet de tiédir l'eau des abreuvoirs qui favorisera l'augmentation de leur consommation en eau assurant une meilleure productivité en lait. L'abaissement de cette température est source d'économie d'énergie.

Le circuit frigorifique (en pointillés verts) va récupérer la chaleur du lait provenant de l'évaporateur (au fond du tank). Le compresseur augmente la pression et donc la température du fluide caloporteur (voir C-3-2 « Principe du cycle thermodynamique »). L'échangeur à plaques va permettre la production d'eau chaude au nettoyage des installations de traite. Cette énergie fatale récupérée (voir C-1 « Projet tank à lait 2020 ») pourra aussi être utilisée pour le chauffage des locaux. Les ventilateurs vont accentuer le refroidissement du fluide caloporteur pour une meilleure efficacité.

En cas de difficulté pour évacuer les calories du fluide caloporteur (température chaude en été), il y a un risque de mise en sécurité des compresseurs.

Les refroidisseurs Opticool sont proposés en 4 puissances (9, 14, 17 et 19 CV) afin de s'adapter à la quantité de lait à refroidir.

Un automate programmable (voir C-3-4 « Automate programmable ») permet de **calculer en permanence la puissance frigorifique juste nécessaire** pour refroidir la quantité de lait en 2-3 heures, et en fonction des conditions du moment. Pour cela il utilise les informations de 3 capteurs de température (lait à l'entrée, lait au fond de la cuve et température d'ambiance) et un capteur de niveau (jauge) du lait dans la cuve.

La maintenance : Contrôle annuel du circuit frigorifique (niveau, pression, étanchéité), et de tous les organes de fonctionnement. Pour information, la plupart des points de maintenance et de pannes sont majoritairement de nature électrique ou électromécanique (liés aux organes de lavage automatique, de régulation, d'agitation), plutôt que frigorifiques.

C-3-1) Les échangeurs thermiques

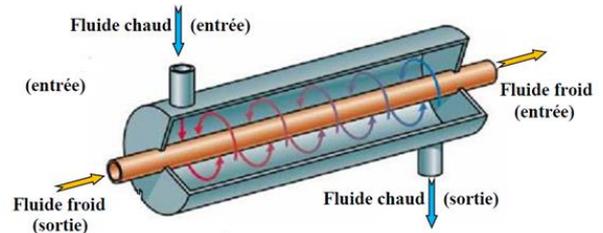
Introduction :

Un échangeur de chaleur permet de transférer un flux de chaleur d'un fluide chaud à un fluide froid à travers une paroi sans contact direct entre les deux fluides.

Ex : Radiateur automobile, évaporateur de climatiseur...

Le principe général :

Faire circuler deux fluides à travers des conduits qui les mettent en contact thermique à travers une paroi métallique (conduction thermique (*)), favorisant les échanges de chaleur. Le fluide chaud cède de la chaleur au fluide froid.

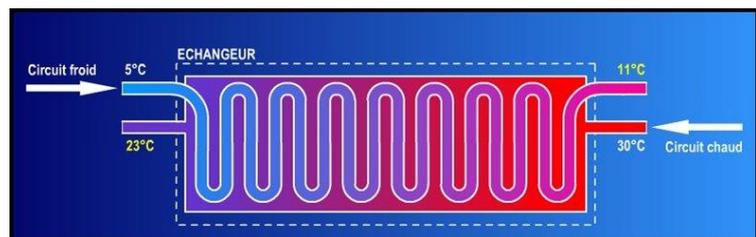


Une surface d'échange suffisante entre les deux fluides permettra de transférer la quantité de chaleur nécessaire dans une configuration donnée. De plus il faut tenir compte des températures d'entrée et des caractéristiques thermiques des fluides, ce qui complexifie l'étude précise de ces appareils.

Pour que l'échange thermique soit optimal, la capacité conductrice d'un matériau est primordiale (caractérisée par la conductibilité thermique). Les matériaux les plus utilisés sont : Le cuivre, l'inox, l'aluminium et l'acier.

Les fluides peuvent être de nature différente selon l'échangeur thermique utilisé (eau, liquide caloporteur, air, huile, vapeur d'eau).

Pour la plupart des échangeurs thermiques ces fluides circulent en sens inverse (à contre-courant) pour améliorer l'efficacité de l'échange.



Différents types d'échangeurs thermiques :

Échangeurs à tubes et calandres	Échangeurs tubulaires coaxiaux	Échangeurs à plaques
Un fluide circule autour d'un tube qui traverse un réservoir, l'autre fluide circule à l'intérieur des tubes.	L'un des fluides circule dans le tube central tandis que l'autre circule dans l'espace annulaire entre les deux tubes	Les fluides circulent entre des plaques assemblées alternativement. L'avantage principal est la compacité.

Sources : <https://www.totalenergies.fr>

mais aussi

<http://ptob.free.fr/enseign/thermo/licence/Echangeurs.pdf>

C-3-2) Le principe du cycle thermodynamique (transfert de calories)

Introduction :

Un réfrigérateur, une production d'eau glacée, une pompe à chaleur chauffant un bâtiment, une climatisation utilise un même système de transfert de calories utilisant le cycle thermodynamique (*).

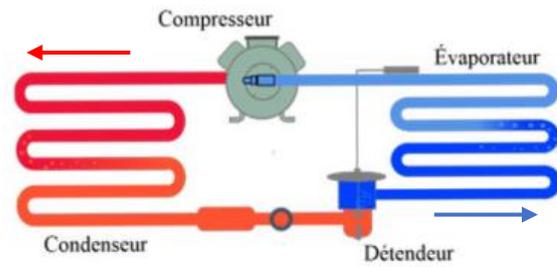
Un fluide caloporteur (qui véhicule les calories), ou appelé aussi frigorigène, circule dans le circuit et traverse différents composants (détendeur, évaporateur, compresseur, condenseur). Ce liquide en changeant de phase (liquide ou gazeux) grâce à la force motrice du compresseur capte et cède des calories. Un frigidaire fonctionne sur le même principe que le groupe frigorifique d'un tank à lait.

Le cycle basé sur deux principes :

Le premier principe : L'échange thermique entre deux fluides. La nature n'aime pas le déséquilibre et lorsque l'on met deux fluides de températures différentes séparés par une paroi conductrice, il y a échange de calories du fluide chaud vers le fluide froid (Voir C-3-1 « les échangeurs thermiques »).



Le deuxième principe : Lorsqu'un fluide est mis sous pression il monte en température. Et à l'inverse lorsqu'on le détend (baisse de pression) il se refroidit. Lors de l'utilisation d'un camping gaz, posez la main sur la bonbonne et voyez qu'elle est fraîche : le gaz s'échappe du réservoir faisant baisser sa pression et donc sa température.



Fonctionnement d'un frigidaire :

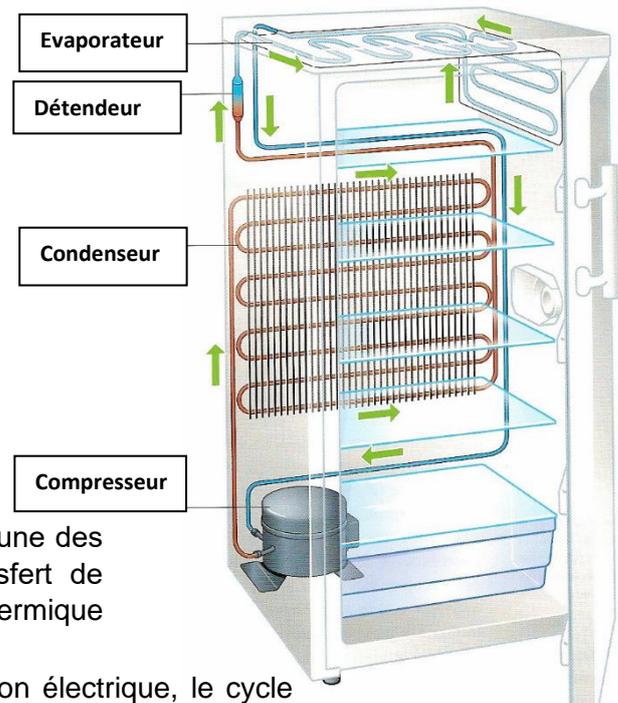
Le cycle thermodynamique de transfert de calories, fonctionne en boucle fermée (on se place ici point de vue fluide caloporteur) :

- Le fluide caloporteur sortant du **détendeur** est très froid (bien en dessous de 0°C). Il circule dans les parois intérieures de l'enceinte du frigidaire (**l'évaporateur**) et récupère les calories des aliments qui alors se rafraichissent. Le fluide lui se réchauffe et passe à l'état gazeux (d'où le nom d'évaporateur).
- A l'extérieur du frigidaire, le fluide passe par le **compresseur**, monte en pression et donc en température.
- Il atteint la grille qui se trouve à l'arrière du frigidaire (**le condenseur**) et libère une partie des calories à l'extérieur. Le fluide se rafraichit et passe à l'état liquide (d'où le nom de condenseur).
- Il arrive ensuite au détendeur, baisse en pression et ainsi se refroidit fortement. Et la boucle est bouclée.

Nota : Dans ce cycle, les températures du fluide caloporteur passent d'environ 60°C à -20°C.

Le COP (*) : Le Coefficient de Performance est l'une des caractéristiques principales d'un circuit de transfert de calories. Il définit le rapport entre la puissance thermique développée et sa consommation électrique.

Exemple COP de 4 : Pour 1 kW de consommation électrique, le cycle fournit 4 kW de froid. Cette valeur vaut pour des conditions optimales.



C-3-3) Les fluides frigorigènes

Introduction :

Un fluide frigorigène est un fluide avec des particularités physiques permettant de l'exploiter dans un cycle de compression/détente pour transférer des calories (voir C-3-2 « Le principe du cycle thermodynamique »). On retrouve donc ce fluide dans les pompes à chaleur, les réfrigérateurs, les climatiseurs, les groupes frigorifiques.



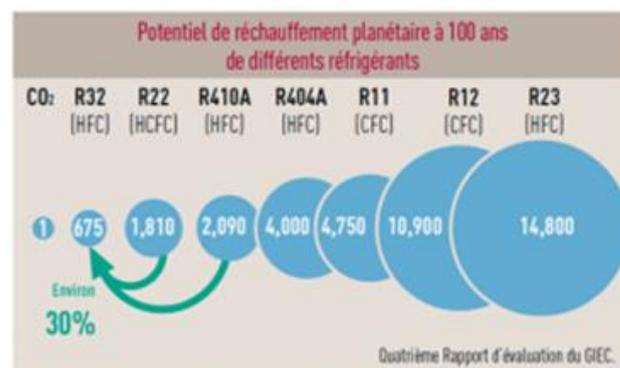
Les fluides frigorigènes sont choisis pour leurs températures de passage de l'état liquide à l'état gazeux, la quantité d'énergie nécessaire pour provoquer ce changement d'état et la différence de température provoquée par ce changement d'état.

Effet néfaste des fluides frigorigènes :



Mais il a été démontré l'action destructrice de certains fluides frigorigènes : ce sont des gaz à effet de serre 140 à 11700 fois plus puissants que le CO² ! D'où les nuisances causées à l'environnement par les pertes de fluide frigorigène de certains climatiseurs par exemple. Les fluides ne contiennent plus de chlore comme c'était le cas pour les CFC (Chloro-Fluoro-Carbone) maintenant interdits dans les nouvelles installations. Les plus employés actuellement sont les HFC (Hydro Fluoro Carbones) : R407C et le R410A

Ainsi on cherche donc à utiliser un fluide caloporteur ayant un faible PRG (Potentiel de Réchauffement Global), ou GWP (Global Warming Potential). C'est un facteur qui permet de comparer l'influence de différents gaz à effet de serre.



Le projet « Tank 2020 » a abouti au choix d'un fluide à faible PRG de dernière génération : Le R-513a. Son pouvoir de réchauffement global est limité à 630 (1 kg lâché dans l'atmosphère correspond à 630 kg de CO₂) contre 3900 pour la majorité des tanks en service aujourd'hui, et contre 1400 (R134a) pour les tanks standards mis sur le marché.

Source : <https://www.abcclim.net/fluides-frigorifiques.html>

https://conseils.xpair.com/consulter_parole_expert/solutions-refrigeration-co2-alternative-systemes-r404a-r507a.htm

C-3-4) L'automate programmable

Introduction :

Un Automate Programmable Industriel (ou API) est une machine électronique, programmable par un personnel non informaticien et destinée à piloter en temps réel des procédés automatiques.

Les A.P.I. (PLC en anglais : Programmable Logic Controller) offrent de nombreux avantages par rapport aux dispositifs de commande câblés : Fiabilité, simplicité de mise en œuvre (pas de programmation complexe), souplesse d'adaptation (système évolutif et modulaire), intégration dans un système de production (implantation aisée).



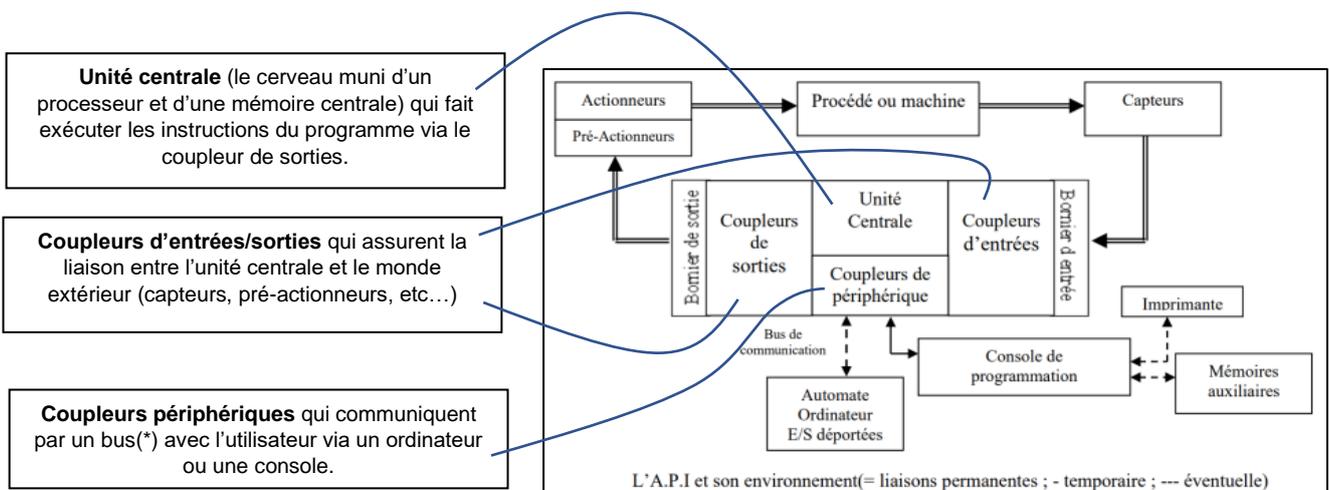
On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire ...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.

Nature des informations traitées par l'automate : Ils peuvent être de type :

- > Tout ou rien (T.O.R.) ou logique : l'information ne peut prendre que deux états (0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...
- > Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur évoluant avec le temps. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...)
- > Numérique : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur par exemple.

Architecture des A.P.I

Aspect extérieur : Les automates peuvent être de type compact ou modulaire. Ils intègrent le processeur (le cerveau), l'alimentation, les interfaces d'entrées/sorties. Pour les API modulaires, les éléments résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks.

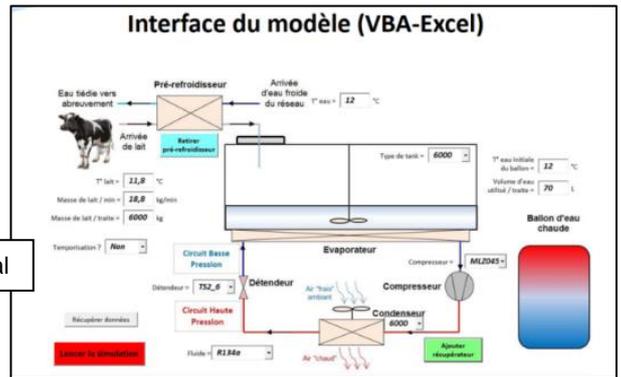


C-4) Comportement de la solution et identification des paramètres influents

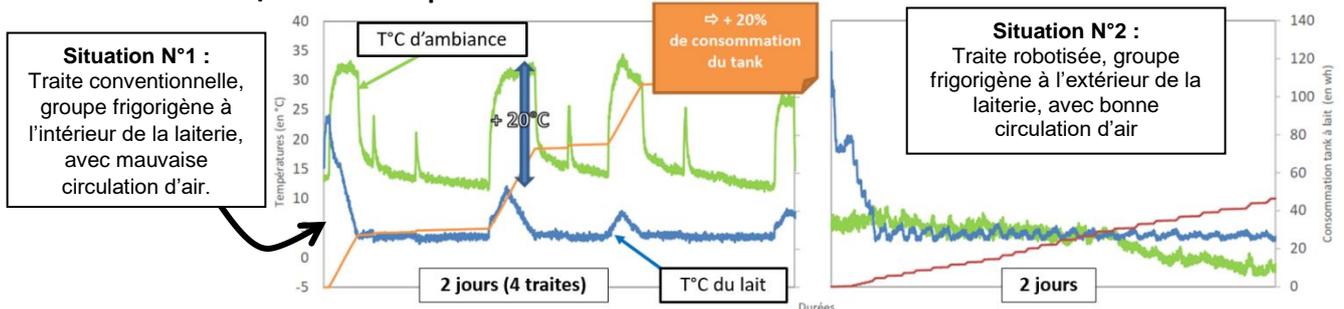
Analyse de l'étude du modèle Pôle Cristal et exploitation des données :

Pour l'élaboration de la solution « Opticool », les services R&D associés au « projet tank 2020 » ont établi un modèle numérique de la consommation en énergie du tank et réalisé des essais en laboratoire et fermes expérimentales.

Voir annexe D-3 (PPT) Modèle numérique R&D Pôle Cristal



A) Evolution des températures d'ambiance : des situations + /- favorables pour le tank !



Remarques : Ces données correspondent à deux situations extrêmes (entre deux collectes et donc débutent lorsque le tank est vide) en termes de consommation d'énergie.

Situation N°1 : Evacuant les calories du lait dans le local où se situe le tank, le condenseur a rapidement plus de difficulté pour échanger les calories et baisser la température du fluide frigorifère.

Situation N°2 (Robot) : Les calories se diffusent plus facilement, le condenseur étant en extérieur (même en période chaude). De plus, le robot fonctionnant en continu, l'extraction des calories est diffuse, l'efficacité énergétique (*) est plus performante.

➔ Les relevés montrent l'influence de l'emplacement du groupe frigorifère et du type de traite.

B) Optimisation des consommations grâce au récupérateur de calories (RC) et pré-refroidisseur (PR) :

Consommations du tank et du BEC (ballon d'eau chaude) avec/sans PR		
Etat du PR	Off	On
Tank (Wh/L de lait)	14,5	8,3
	Gain de 43%	
BEC (avec RC) (Wh/L de lait)	33,8	29,7
	Pas de surconsommation	

➔ Ces données mesurent l'importance d'un pré-refroidisseur dans les réductions des consommations d'énergie de la traite (refroidissement + eau chaude). Un pré-refroidisseur n'engendre pas de surconsommation du BEC.

Synthèse permettant l'expertise :

Tank consommant le moins :

- ☺ Condenseur extérieur,
- ☺ Pré refroidisseur, gain potentiel de 40% à 50 % sur la consommation du tank.

Condenseur int. et/ou mauvaise circulation d'air = Augmentation de T°C d'air de 10 à 20°C en hiver :

- ☹ Estimation surplus de consommation : +20%
- ☹ Risque de mise en sécurité des compresseurs en été (si température d'air trop élevée)

BEC consommant le moins :

- ☺ Récupérateur de chaleur, gain potentiel de 70% sur la consommation du BEC.

Association PR et RC possible

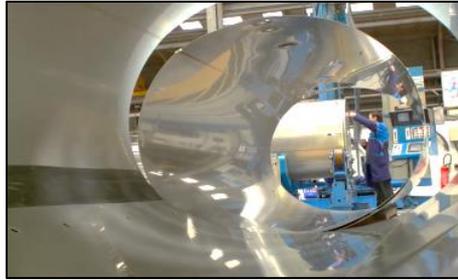
- ☺ Pas de surconsommation du BEC lorsque le pré refroidisseur est route.

Traite robotisée :

- ☹ Démarrage fréquent des compresseurs en détente directe = risque d'usure plus important,
- ☺ Débits de lait relativement faibles = meilleur échange si débit d'eau bien plus grand (x2)

C-5) Chaudronnerie fine inoxydable

Fabricant de tanks à lait depuis sa création (1963), le savoir-faire de la société Serap industrie est basé sur la maîtrise de la chaudronnerie fine inox alimentaire. Cela regroupe les activités de la mise en œuvre des métaux : Le débit, la découpe, le poinçonnage, le formage (roulage, pliage, raboutage) et l'assemblage (soudage) de métaux en feuille (tôles), ou de profilés (tubes). Même si le numérique a pris de l'ampleur au niveau du bureau d'études et de la fabrication, les techniciens doivent avoir des connaissances en traçage (développement de pièces) et RDM (résistance des matériaux).



L'inox :

Compte tenu de la destination des produits, la principale matière première utilisée par le groupe Serap est l'acier inoxydable (inox). Dans le domaine des refroidisseurs à lait, la réglementation internationale oblige l'utilisation au minimum de l'inox 304, jusqu'aux inox 316.

L'inox est de l'acier (mélange fer + carbone) dans lequel est rajouté principalement du chrome et dans certains cas du nickel et molybdène. Chaque nuance d'inox est créée en fonction de son utilisation afin de concilier : Résistance à la corrosion, usinabilité, soudabilité, ductilité (*), rigidité, résistance à l'usure et à la chaleur...

Concrètement, sa résistance à la corrosion est due à une fine couche d'oxyde formée à la surface. Cette couche protectrice retarde considérablement le processus d'oxydation (formation de rouille). Pour être classé dans la catégorie inoxydable, un acier doit contenir au moins 10,5% de chrome et moins de 1,2% de carbone.

Utilisés pour les tanks SERAP, les Inox 304 et 304L (alliages sans ajouts en molybdène) offrent une bonne résistance à la corrosion ambiante et inter granulaire, ainsi qu'une bonne soudabilité.

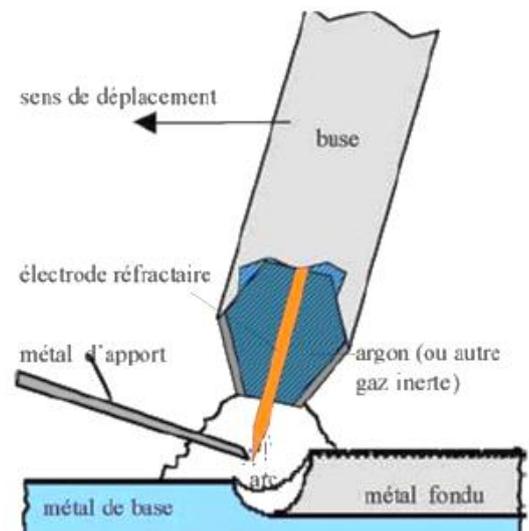
L'assemblage (les soudures) :

Pour la fabrication d'un refroidisseur à lait, les caractéristiques essentielles sont l'étanchéité de la cuve et sa tenue dans le temps (durée de vie moyenne de 50 ans). Afin de respecter ce cahier des charges, les types de soudures employés à SERAP sur l'inox sont les suivantes :

- Soudure TIG (*) (manuelle ou automatique) avec protection gaz neutre (azote) pour l'assemblage des tôles du refroidisseur et pour les soudures de tuyauteries inox.
- Soudure MIG pour les soudures sur châssis de cuve (tôles épaisses).

Ces deux types de soudures sont sous protection gazeuse : la présence d'oxygène pendant la solidification du métal en fusion aurait comme conséquence une oxydation interne et donc une durée de vie limitée.

Sources : <https://www.inox-system.fr/content/23-generalites-sur-les-aciers-inoxydables>



D-1) Animation-Formation

Proposés à deux segments cibles (décideurs frigoristes/responsable « froid ferme des laiteries (FFL) ou les technico-commerciaux du réseau de distribution), ces outils de formation peuvent être utilisés en présentiel et/ou en distanciel.

Objet de la formation	Supports	Cible
1) Présentation de la solution Opticool en 5 volets :		
➤ L'offre globale de Serap	Fichier PPT : « D-2) Tank à lait OPTICOOL présentation produit »	FFL ou TC
➤ Le tank classique		TC
➤ Le système de refroidissement avec cycle thermodynamique		TC
➤ Etude du schéma de l'installation Opticool : repérage des organes et analyse corrective du circuit caloporteur.	Voir annexe : F) D-2bis) Etude du schéma solution Opticool	FFL ou TC
➤ Les contraintes de l'installation d'un tank à lait	Fichier PPT : « D-2) Tank à lait OPTICOOL présentation produit »	FFL ou TC
2) Formation à partir des éléments R&D du projet « Tank 2020 » :		
<p>Étude du modèle numérique du Pôle Cristal et du comportement du système démontrant les axes d'économie d'énergie.</p> <p>Chiffrage de l'importance des paramètres suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pré-refroidisseur • Type de compresseur et puissance • Emplacement du condenseur • Type de traite : robotisée ou conventionnelle 	Fichier PPT « D-3) Modèle numérique R&D Pôle Cristal »	FFL ou TC
3) Formation rentabilité-Amortissement d'une installation :		
Estimation sur tableur du retour sur investissement	Fichier Excel : « D-4) Calcul de rentabilité »	FFL ou TC
4) Formation chaudronneries soudage :		
Profiter de la formation « chaudronnerie » en interne pour argumenter sur le savoir-faire et les procédés de fabrication de la société Serap.	Fichier PPT : « D-5) Calcul de rentabilité »	TC
5) Test sous forme de diaporama :		
Autotest de fin de formation avec notation.	Fichier PPT : « D-6) TEST Tank à lait »	TC

(**) **FFL** : Responsable « Froid-Ferme » (Laiteries)

TC : Technico-commercial (Distributeurs)