



Récupérateurs de chaleur sur le condenseur du tank : étude des performances obtenues dans 4 exploitations laitières de l'Ouest de la France.

Le bloc traite constitue le principal poste consommateur d'électricité en production laitière. Dans une étude menée en 2001 dans 6 élevages de taille différente (180.000 à 900.000 litres de lait), l'ADEME a montré que le chauffe-eau est l'appareil le plus consommateur dans les petits élevages, et qu'au fur et à mesure que la taille de l'élevage augmente, la consommation du tank devient prépondérante.



Le récupérateur de chaleur sur le tank à lait constitue une des solutions envisageables pour réduire la facture d'électricité. Ce type d'équipement existe depuis plus de 20 ans mais n'a jamais connu de développement important jusqu'à présent.

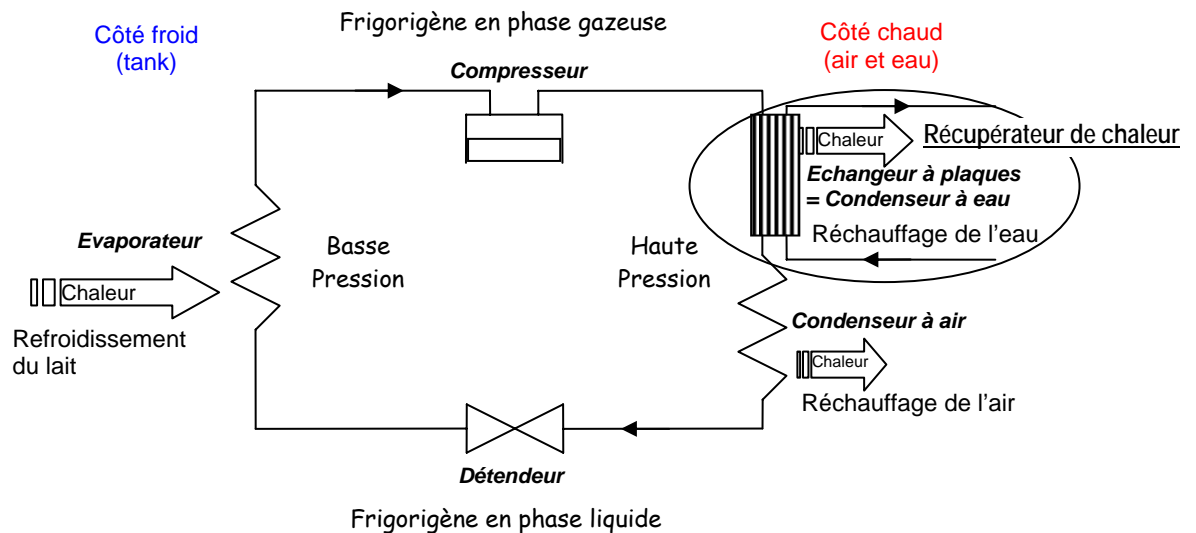
Depuis, le matériel a évolué et il a donc semblé intéressant d'en vérifier les performances et d'en préciser les conditions d'utilisation optimum. Une étude a été menée dans ce but dans 4 exploitations de l'ouest : 2 en Bretagne et 2 dans les Pays de la Loire (les fermes expérimentales de Derval et des Trinottières).



Le récupérateur de chaleur : comment ça marche ?

Un refroidisseur de lait fonctionne selon le même principe qu'un réfrigérateur domestique : un fluide frigorigène liquéfié par compression se vaporise en se détendant dans un évaporateur et absorbe la chaleur du lait. Cette chaleur est extraite ensuite au niveau d'un condenseur et évacuée par un ventilateur, provoquant un réchauffement de l'air environnant.

Comme son nom l'indique, le récupérateur de chaleur permet de récupérer une partie de cette chaleur pour chauffer de l'eau. Il s'agit d'un simple échangeur (entre fluide frigorigène et eau froide) positionné en série entre le compresseur et le condenseur.



Le dispositif expérimental

Deux types de matériel existent sur le marché :

- les récupérateurs à échangeur tubulaire interne (le fluide frigorigène circule dans un serpentin situé dans un ballon de stockage de l'eau à réchauffer) ;
- les récupérateurs à échangeur à plaques (le fluide frigorigène et l'eau à réchauffer circulent à contre-courant dans un échangeur à plaques en inox, l'eau est stockée dans un ballon indépendant).

Le premier système est aujourd'hui assez peu commercialisé. L'étude a donc été menée avec des récupérateurs à échangeur à plaques.



Le matériel utilisé est l'échangeur à 10 plaques (522 x 115 x 61 mm) de chez JAPY : 1 échangeur est installé par groupe froid. Pour prévenir les risques d'entartrage, un système anti-tartre magnétique Hydron-Cyclon a systématiquement été installé (sauf dans le site 1 qui disposait déjà d'un équipement similaire).

L'eau préchauffée sortant de l'échangeur est stockée dans un ballon intermédiaire isolé. Celui-ci alimente le chauffe-eau électrique qui sert d'appoint.

Le tableau 1 récapitule les caractéristiques techniques des 4 exploitations suivies.

Tableau n°1 : description des 4 installations étudiées

	Site 1	Site 2	Derval (44)	Trinottières (49)
Référence laitière	310 000 l	481 000 l	690 000 l	893 000 l
Fréquence collecte	48 h	48 h	72 h	48 h
Eau chaude : consommation moyenne par jour	374 l	284 l	406 l	495 l
Tank	2 600 l Prominox Détente directe R22	3 500 l Serap Détente directe R22	7 000 l Japy Détente directe R22	7 000 l Japy Détente directe R22
Nb de groupes froid	1	1	2	2
Chauffe-eau électrique	200 l	300 l	300 l	300 l
Ballon de stockage	300 l	300 l	300 l	500 l

Dans les 4 exploitations, les paramètres suivants ont été enregistrés :

- consommation électrique du tank et du chauffe-eau,
- température ambiante au voisinage du condenseur et température extérieure,
- température de l'eau froide et de l'eau préchauffée,
- température du gaz frigorigène avant l'échangeur,
- volumes d'eau circulant dans l'échangeur et d'eau chaude consommée.

Les mesures ont été effectuées dans 3 configurations de fonctionnement :

- Phase 1 (témoin) : le récupérateur n'est pas en service et l'eau chaude est fournie intégralement par le chauffe-eau.
- Phase 2 : le récupérateur fonctionne selon le schéma proposé habituellement par les fabricants de tank. Le calorstat situé en sortie d'échangeur laisse passer l'eau vers le ballon de stockage à partir d'une température de 55°C. Si la totalité du ballon est remplie avant la fin de la traite, l'eau repasse 1 ou plusieurs fois dans l'échangeur ce qui permet d'augmenter sa température de plusieurs degrés à chaque passage.
- Phase 3 : on recherche l'optimisation du préchauffage de l'eau par modification de certains réglages.



Echangeur à plaques

70 à 90 % d'économie sur la consommation d'énergie pour la production d'eau chaude

L'installation d'un récupérateur de chaleur se traduit par une réduction importante de la consommation d'électricité du chauffe-eau : de 70 à 90 % (tableau 2). Plus la quantité de lait à refroidir est élevée, plus l'économie réalisée est élevée.

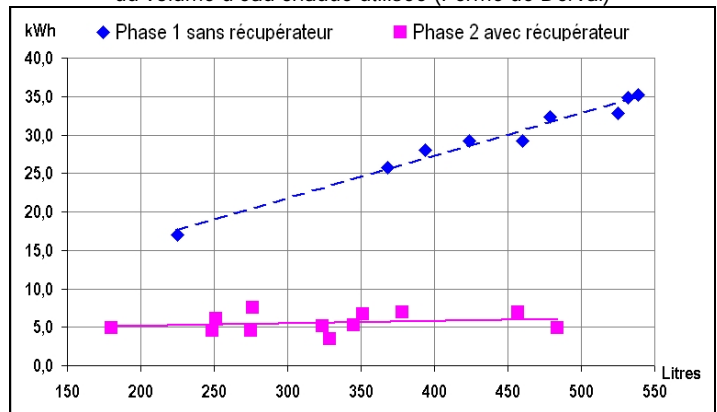
Tableau n°2 : bilan des consommations électriques moyennes des chauffe-eau ramenées à l'année (en kWh/an)

	Site 1	Site 2	Derval (44)	Trinottières (49)
Sans récupérateur	9 364	6 574	11 081	12 469
Avec récupérateur	2 809	1 643	1 890	1 248
% de gain	70 %	75 %	83 %	90 %

En l'absence de récupérateur, la consommation du chauffe-eau est fortement dépendante du volume d'eau chaude utilisée. Ce n'est plus le cas avec récupérateur, dès lors que les capacités du ballon de stockage et du chauffe-eau sont adaptées à la consommation d'eau chaude de l'élevage (graphique 1).

Le système de récupération permet à lui seul de fournir (et de stocker) quasiment toute l'énergie nécessaire au réchauffage de l'eau. Le chauffe-eau n'assure plus alors que les faibles besoins pour amener et maintenir l'eau à la température requise (65 à 70°C).

Graphique 1 : consommation du chauffe-eau en fonction du volume d'eau chaude utilisée (Ferme de Derval)



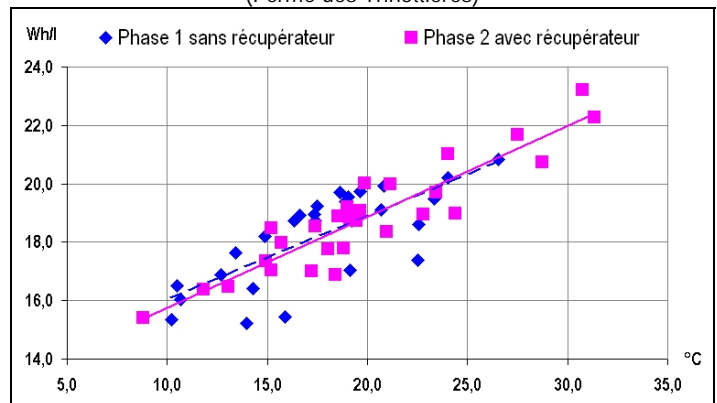
Consommation du tank

La mise en place du récupérateur n'induit pas de modification de la consommation électrique du tank, dès lors que les pressions de fonctionnement du (des) groupe(s) froid ne sont pas modifiées (graphique 2).

L'étude confirme en revanche l'importance de maintenir aux environs du condenseur la température la plus faible possible. Rappelons que le meilleur rendement du groupe froid est obtenu pour une température ambiante voisine de 10°C.

Plus la température augmente, plus la consommation du tank augmente : les condenseurs situés dans des locaux mal ventilés entraînent des surcoûts de consommation électrique qui pourraient être évités par des modifications souvent très simples.

Graphique 2 : évolution de la consommation électrique du tank en fonction de la température aux environs du condenseur (Ferme des Trinottières)



7 à 8 ans de temps de retour sur investissement

Les calculs ont été effectués en tenant compte des formules d'abonnement EDF en place dans chaque exploitation (la forte diminution de la consommation du chauffe-eau peut, selon le contexte de l'exploitation, remettre en cause l'intérêt de l'option « heure creuse »).

L'investissement initial retenu correspond à un équipement "standard" composé d'un récupérateur et d'un ballon de stockage, avec une fourchette qui tient compte des contraintes plus ou moins importantes de mise en place des équipements qui peuvent être rencontrées suivant les élevages (emplacement et connexion par rapport au groupe froid du tank et au chauffe-eau).

L'antitartre n'a pas été intégré au coût d'investissement (200 à 500 € HT suivant les modèles). Sa mise en place est fortement recommandée pour des eaux d'une dureté supérieure à 15° TH, pour limiter les entretiens. Mais son installation, si cet équipement n'est pas déjà présent, bénéficiera aussi à l'ensemble des équipements de l'exploitation.

L'étude a montré que la taille du ballon de stockage doit être adaptée au volume d'eau utilisé par traite. A l'exception de Derval, les ballons installés pour l'étude se sont révélés surdimensionnés : 200 l auraient suffi sur les sites 1 et 2 et 400 l aux Trinottières (sachant que la diminution du volume du ballon permet de préchauffer moins d'eau mais à une température plus élevée, donc d'améliorer le gain sur la consommation du chauffe-eau). Il en a été tenu compte dans le chiffrage des investissements.

Enfin, le calcul économique prend en compte l'entretien du matériel : un coût de 75 € HT a été retenu pour une visite de nettoyage tous les 3 ans (Attention : avec une eau dure et en l'absence d'antitartre, il convient de prévoir des nettoyages plus fréquents : tous les 2 ans voire tous les ans).

Tableau 3 : temps de retour sur investissement pour un équipement standard (récupérateur + ballon) sans antitartre

	Site 1	Site 2	Derval (44)	Trinottières (49)
Montant de l'investissement "standard" (HT)	1 600 à 2 000 €	1 600 à 2 000 €	2 800 à 3 400 €	3 000 à 3 600 €
Gain financier / an (HT)	329 €	211 €	384 €	474 €
Temps de retour moyen (en années)	5,5	8,5	8,1	7,0

A l'exception du site 1, fort consommateur d'eau chaude, le temps de retour sur investissement est de l'ordre de 7 à 8 ans.

Optimisation : une astuce à retenir pour l'arrivée d'eau dans le ballon

Au cours de la phase 3 de l'étude, plusieurs tests ont été effectués afin de chercher à optimiser le fonctionnement du dispositif, c'est-à-dire à obtenir l'eau la plus chaude possible en sortie d'échangeur.

Une recommandation concrète peut en être tirée sur l'introduction de l'eau préchauffée dans le ballon de stockage. Elle peut être faite avec un tube plongeant au 2/3 du ballon, percé latéralement et dont l'extrémité est bouchée. Ce système évite, lors du puisage d'eau chaude, le mélange de l'eau préchauffée à 50/55°C (après un seul passage dans l'échangeur) avec l'eau qui peut être à 60/70°C dans le haut du ballon (après plusieurs passages dans l'échangeur) et permet de "gagner" quelques degrés.

Un matériel à surveiller

Le récupérateur doit être installé par un frigoriste. Lors du raccordement des échangeurs à plaques, l'installateur doit veiller à la parfaite étanchéité du circuit frigorifique et prévoir éventuellement une visite de vérification.

Au cours de notre étude, nous avons été confrontés dans 3 exploitations au mauvais fonctionnement du calorstat, qui supporte mal les températures supérieures à 70/75°C, fréquemment atteintes en sortie d'échangeur.

Ce problème a été détecté rapidement compte tenu du dispositif expérimental en place. Dans la mesure où il n'entraîne aucun dysfonctionnement apparent, il n'aurait probablement pas été repéré (ou du moins pas immédiatement) dans le cadre d'une utilisation normale. Il a cependant entraîné des baisses significatives de performance de la récupération de chaleur : perte de 5 à 15% d'économies sur le chauffe-eau. Il apparaît souhaitable que les fabricants trouvent un modèle résistant mieux aux températures élevées ou le remplacent par un autre dispositif.

Avec un calorstat fonctionnant correctement, la température de l'eau préchauffée peut aller, suivant le volume de lait produit et la quantité d'eau chaude consommée, de 52°C à plus de 70°C.

Conclusion

Le récupérateur de chaleur sur le tank à lait constitue une solution intéressante pour réduire la consommation électrique du chauffe-eau dans le bloc traite. Le temps de retour moyen sur investissement reste néanmoins assez élevé (7 à 8 ans), en l'absence d'éventuelles subventions. Il peut cependant varier fortement d'un élevage à l'autre selon les consommations d'eau chaude (plus celles-ci sont importantes, plus le temps de retour est réduit), le matériel déjà en place (la présence d'un deuxième chauffe-eau peut éviter l'acquisition d'un ballon de stockage) et la dureté de l'eau (nécessité ou pas d'un anti-tartre).

Il offre comme avantage complémentaire de pouvoir compenser le sous dimensionnement souvent constaté des chauffe-eau électriques par rapport aux besoins en eau chaude des élevages, et ainsi améliorer la qualité du lavage des équipements de traite et de stockage du lait.

Le récupérateur est une solution parmi d'autres. Quand la taille de l'élevage augmente, la part relative du chauffe-eau dans la consommation électrique du bloc traite diminue au profit du tank. La piste "prérefroidisseur" (qui permet de réduire la consommation du tank de 35 à 50%) doit donc également être étudiée dans le cadre d'une réflexion sur la maîtrise de la consommation énergétique.

Enfin, il ne faut pas oublier que l'on peut aussi faire des économies simplement : dépoussiérer régulièrement le condenseur du tank, veiller à son emplacement pour limiter les élévations de température, ventiler la laiterie sont des réflexes de bon sens à efficacité garantie !