



Pôle d'Excellence Rural Départemental

Energies en Agriculture

Économies d'énergie dans les salles de traite bovin-lait du département des Ardennes



Agence Locale de l'Énergie des Ardennes
7 rue de Tivoli, 08000 Charleville-Mézières
23A rue André Dhôtel - Pôle des Vieux Moulins, 08130 Attigny
Tél : 03 24 32 12 29
Fax : 03 24 54 68 27
info@ale08.org et www.ale08.org

Introduction

Face aux enjeux du dérèglement climatique, de l'épuisement des ressources d'énergie fossiles et de notre dépendance énergétique, le Conseil Général des Ardennes souhaite connaître et évaluer son potentiel en matière d'économies d'énergies et de développement des énergies renouvelables lié à l'agriculture.

Le Pôle d'Excellence Rural 'Énergie en Agriculture' consacré à la maîtrise de l'énergie et au développement des énergies renouvelables est donc un programme d'actions spécifiques appliqués au secteur agricole.

Le département des Ardennes étant un territoire d'élevage, c'est logiquement que les économies d'énergies dans les salles de traite des élevages bovin-lait ont été intégrées à ce programme.

Si des programmes expérimentaux ont été menés dans les années 80, au niveau national, (Institut de l'Élevage), conduisant à la mise en oeuvre d'équipements de réduction des consommations d'énergie, la thématique n'a pas connu de développement, probablement causé par la baisse des coûts de l'énergie et par une moindre sensibilisation des acteurs.

Au début des années 2000, une opération pluriannuelle de « maîtrise de la consommation en électricité dans les salles de traite » menée par l'ADEME Pays de Loire et Fr2e a eu pour objectif d'éviter le renforcement de réseau basse tension en "bout de ligne" par l'analyse des consommations et par la mise en place d'équipements économes (d'un point de vue consommations et appels de puissance).

La présente analyse a pour objectif d'évaluer les consommations spécifiques des salles de traites et les réductions possibles. Par la suite, la collectivité pourra définir une politique d'aide adaptée aux objectifs de réduction choisis.

Sommaire

1	LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE DANS UNE SALLE DE TRAITE	4
1.1	GENERALITES	4
1.2	POSTES ENERGIVORES AU SEIN D'UNE EXPLOITATION BOVIN-LAIT	5
1.3	ANALYSES	7
1.4	EXTRAPOLATION AU NIVEAU DU DEPARTEMENT DES ARDENNES	8
2	LE POTENTIEL DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE.....	9
2.1	LA PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE.....	9
2.2	LA POMPE A VIDE	10
2.3	LE TANK A LAIT.....	10
2.4	EXTRAPOLATION AU NIVEAU DU DEPARTEMENT DES ARDENNES	11
3	APPROCHE ECONOMIQUE.....	12
3.1	RECUPERATEURS DE CHALEUR.....	13
3.2	CHAUFFE-EAU SOLAIRE	13
3.3	PREREFROIDISSEMENT DU LAIT.....	14
4	COMMENTAIRES ET ANALYSES.....	14

1 Les consommations d'énergie dans une salle de traite

Selon le Recensement Général Agricole de 2000, 1 231 exploitations détiennent une référence laitière dans le département des Ardennes. Elles produisent 243 millions de litres de lait.

Quelques spécificités sont à relever :

- La moyenne de production annuelle est de 197 770 L ;
- 50 % des exploitations laitières ont moins de 168 600 L de référence laitière.

Les productions sont réparties en classes de production (inférieur à 100 000 litres annuellement puis par pas de 50 000 litres) en référence aux quotas mis en place dans la production laitière.

Typologie des exploitations bovin lait par classe de production

Source: RGA, 2000

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400	TOTAL
Nombre d'exploitations	279	252	200	168	103	142	87	1231
Production totale (1000 litres)	18'141	30'863	34'554	37'733	27'888	49'025	45'249	243'453
Moyenne production (litres)	65'022	122'474	172'768	224'601	270'761	345'245	520'101	197'769

1.1 Généralités

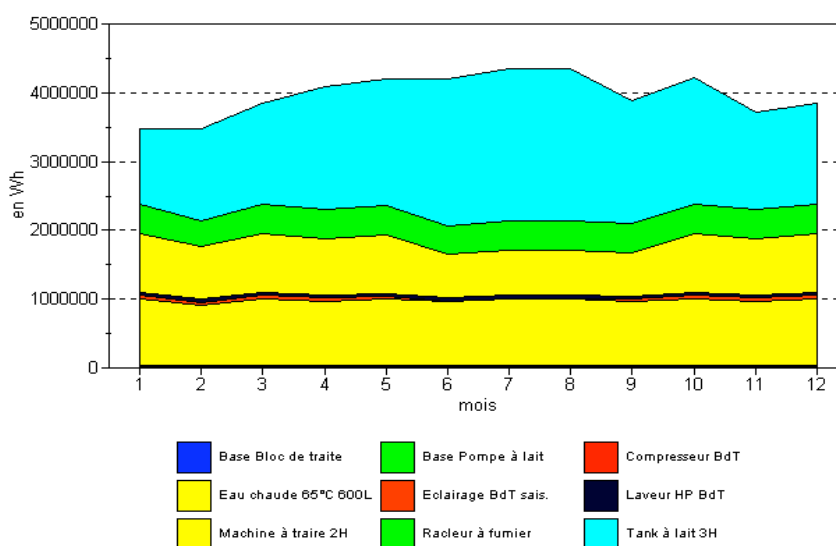
La consommation d'électricité d'une exploitation agricole laitière varie de 5 000 à 25 000 kWh/an (Solagro).

Très variable selon les exploitations, environ 75 % de la consommation d'électricité est due à trois postes (source Fr2e) :

- Nettoyage des équipements (eau chaude sanitaire) ;
- Machine à traire (pompe à vide) ;
- Refroidissement du lait (tank à lait).

Consommation mensuelle en électricité : l'exemple d'une exploitation bovin-lait

Source : Fr2e



Des équipements économes en énergie peuvent permettre de réduire la consommation d'électricité de 30 % environ (Solagro).

1.2 Postes énergivores au sein d'une exploitation bovin-lait

Les moyennes de consommations par postes et par exploitation sont issues du travail de l'ALE des Ardennes en 2004. Cette étude réalisée à l'échelle du territoire de la Communauté de Communes des Crêtes Préardennaises auprès des 200 exploitations bovin-lait a permis de disposer de données concernant la consommation par poste. Une base de données sur un échantillon de 23 exploitations, réparties sur les différentes classes de production définies, permet une extrapolation au niveau départementale *via* le nombre de systèmes bovin-lait et la production associées.

1.2.1 Production d'eau chaude sanitaire

L'installation d'un chauffe-eau en exploitation laitière est liée aux besoins d'eau chaude pour le lavage des installations de traite et également pour l'allaitement des veaux.

Les volumes d'eau employés pour le lavage de la machine à traire et du tank ne sont pas proportionnels à la taille du cheptel. Les paramètres sont davantage le type de matériel de traite, le montage du lactoduc et son diamètre, la méthode de lavage employée ou le type de programmeur.

Le lavage comprend généralement 3 phases (éventuellement 4) et la quantité d'eau chaude consommée est souvent 1,5 fois le volume d'une phase. Les volumes d'eau chaude sanitaire (ECS) nécessaires varient entre 30 l et 150 l/phase.

Pour répondre aux recommandations de lavage des installations, la température de chauffage de l'eau est de 65°C.

Le fioul ou le gaz sont très peu employés pour la production d'ECS dans la filière laitière. L'énergie la plus employée est l'électricité. En effet, les éleveurs optent pour des équipements faciles d'installation, c'est-à-dire la production d'eau chaude sanitaire électrique à accumulation.

C'est le cas à plus de 95 % sur le territoire des Crêtes Préardennaises (sur un échantillon de 23 exploitations) mais également au niveau national (près de 90 %) sur un panel de 70 exploitations bovin lait (ADEME, 2006). Pour la suite il est considéré que l'ensemble des systèmes de production d'eau chaude sont des accumulateurs électriques.

D'après les données bibliographiques, les consommations liées à la production d'eau chaude sont de l'ordre de **20 à 35 Wh / litre de lait**.

Consommation moyenne d'énergie par exploitation et par classe de production Production d'eau chaude sanitaire - Extrapolation départementale

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Moyenne consommation annuelle (kWh)	2044	4769	3407	5621	4088	3066	8176
Ratio consommation (Wh / litre)	31.4	38.9	19.7	25.0	15.1	8.8	15.7

De grandes variations apparaissent entre les classes de production, mais également parmi une même catégorie, provenant certes du type de matériel et d'installation mais aussi du type d'allaitement (poudre de lait).

Les résultats obtenus dans le département sont en cohérence avec les données de la littérature.

1.2.2 Pompe à vide

La pompe à vide, par la création et le maintien d'une dépression, a pour rôle de transporter le lait collecté de l'unité de traite au tank à lait.

Cette pompe est le matériel à la base de la traite mécanique. Présente dans l'ensemble des élevages, sa puissance varie selon le nombre de postes de traite, la disposition et le type de matériel installé pour la traite.

Les consommations liées à la pompe à vide sont de l'ordre de **10 à 15 Wh / litre de lait**.

Consommation moyenne d'énergie par exploitation et par classe de production Pompe à vide - Extrapolation départementale

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Moyenne consommation annuelle (kWh)	1016	1833	2643	3456	4094	5034	6720
Ratio consommation (Wh / litre)	15.63	14.97	15.30	15.39	15.12	14.58	12.92

Le ratio moyen départemental apparaît supérieur aux données nationales.

1.2.3 Tank à lait

Le tank à lait, équipement primordial en exploitation laitière, permet un conditionnement du lait, par l'abaissement de sa température de 37 à 4 °C dans un délai de trois heures et par le maintien à ce niveau de température. Le dimensionnement du tank répond à la contrainte de stockage entre deux collectes.

Le tank à lait assure le refroidissement du lait grâce au groupe frigorigène qui peut fonctionner de plusieurs façons :

- Détente directe : technologie la plus simple (et la plus répandue) utilisant un seul fluide frigorigène qui circule du circuit externe au circuit interne.
- Eau glacée : technologie basée sur un système "Fluide/Eau". Le fluide frigorigène circule dans le groupe froid et refroidit un volume d'eau englobant le tank à lait jusqu'à formation de glace.

Les consommations liées au fonctionnement du tank à lait sont de l'ordre de **20 Wh / litre de lait**.

Consommation moyenne d'énergie par exploitation et par classe de production Tank à lait - Extrapolation départementale

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Moyenne consommation annuelle (kWh)	1525	2750	3964	5185	6142	7552	10080
Ratio consommation (Wh / litre)	23.45	22.45	22.95	23.08	22.68	21.87	19.38

Ici encore, les résultats obtenus semblent supérieurs aux résultats obtenus par des études antérieures

1.3 Analyses

En premier lieu, les consommations totales d'énergie, variant de 4 500 à près de 25 000 kWh, et les émissions de gaz à effet de serre associées, de 0,4 à 2,3 tonnes équivalent CO₂ annuellement, sont corrélées à la production annuelle.

Cependant, rapporté par litre de lait produit, la consommation d'énergie n'est pas linéaire. Les "petits" cheptels consomment davantage d'énergie pour une même production, de l'ordre de 70 Wh / litre, en regard de ratio de l'ordre de 45 à 50 Wh / litre au niveau des élevages plus importants.

Ceci s'explique notamment par les besoins incompressibles, comme le nettoyage des installations.

Consommation moyenne d'énergie par postes et par litres pour les classes de production

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Eau chaude sanitaire (Wh / litre)	31.44	38.94	19.72	25.03	15.10	08.88	15.72
Pompe à vide (Wh / litre)	15.63	14.97	15.30	15.39	15.12	14.58	12.92
Tank à lait (Wh / litre)	23.45	22.45	22.95	23.08	22.68	21.87	19.38
TOTAL (Wh / litre)	70.51	76.36	57.96	63.50	52.90	45.34	48.02

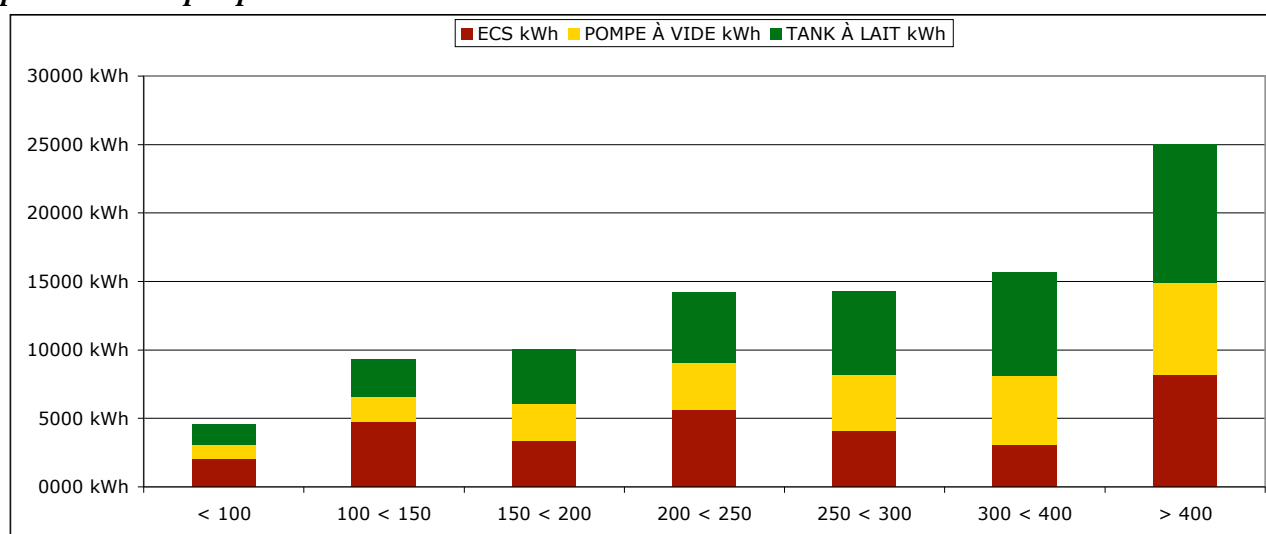
À partir des consommations moyennes par postes et par classe de production, il est intéressant de relever que la production d'eau chaude sanitaire est le poste le plus consommateur dans le cas de petits cheptel (45 % pour les productions inférieures à 100 000 litres annuels).

Ceci demeure vrai pour la classe de production de 200 à 250 milliers de litres, où elle représente 39 % (devant le fonctionnement du tank à lait : 36 %)

Ainsi pour près de **3/4 des exploitations** bovins lait du département des Ardennes, **le poste le plus consommateur est la production d'eau chaude sanitaire.**

En parallèle, plus la production devient importante, plus le fonctionnement du tank devient prédominant (à partir de 250 000 litres de production annuelles).

Répartition de la consommation moyenne d'énergie d'une salle de traite par classe de production et par postes



1.4 Extrapolation au niveau du département des Ardennes

L'estimation de consommation d'électricité pour les salles de traites des exploitations bovins lait est de l'ordre de **13 906 MWh annuellement**.

Consommation annuelle par poste pour les élevages bovins-lait ardennais

Postes	TOTAL
Production d'eau chaude sanitaire	4'966 MWh
Pompe à vide	3'576 MWh
Tank à lait	5'364 MWh
TOTAL	13'906 MWh
Consommation par litre lait	57.12 Wh/L

Les valeurs sont obtenues par classe de production, par la multiplication des ratios de consommations postes par poste par la moyenne de production.

Cette évaluation est corroborée par les différents travaux cités (ADEME, Fr2e et Institut de l'Élevage) avec les données obtenues (écart inférieur à 2,5 %).

Cependant des différences plus importantes sont constatées poste par poste, notamment pour "pompe à vide" (environ 20 %).

La littérature indique des ratios de 50 à 70 Wh / litre de lait (Fr2e), représentatifs des différences de consommations entre les tailles de cheptel ou encore 60 Wh / litre de lait (Institut de l'Élevage).

Globalement la dépense énergétique est de l'ordre de **57 Wh / litre de lait** au niveau de l'extrapolation ardennaise.

Les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation énergétique sont, annuellement, de l'ordre de :

- **1 295 tonnes de CO₂ ;**
- **9,6 tonnes de SO₂ ;**
- **1,2 tonnes de NO_x.**

Émissions de gaz à effet de serre associées aux consommations annuelles par poste pour les élevages bovins-lait ardennais

Postes	Émissions de gaz à effet de serre associées		
Production d'eau chaude sanitaire	462'737 kg CO ₂	3'425 kg SO ₂	428 kg NO _x
Pompe à vide	333'249 kg CO ₂	2'466 kg SO ₂	308 kg NO _x
Tank à lait	499'873 kg CO ₂	3'699 kg SO ₂	462 kg NO _x
TOTAL	1'295'858 kg CO₂	9'590 kg SO₂	1'199 kg NO_x

2 Le potentiel de réduction des consommations d'énergie

2.1 La production d'eau chaude sanitaire

Outre l'isolation des systèmes de production d'eau chaude (et leur positionnement au plus près des lieux de consommation) ainsi que des circuits et bacs de lavage, deux actions sont envisageables sur ce poste :

- Installer un récupérateur de chaleur sur le tank ;
- Mettre en oeuvre un chauffe-eau solaire.

2.1.1 La récupération de chaleur

La chaleur produite par le condenseur du tank est habituellement évacuée par circulation d'air. Un récupérateur de chaleur permet de transférer cette chaleur à l'eau grâce à un échangeur.

Il est possible d'installer des récupérateurs de 100 ou 200 L en fonction de la puissance des compresseurs installés sur les refroidisseurs de lait.

L'économie estimée est de l'ordre de **50 à 80 % sur la consommation du chauffe-eau**. Un tel écart se justifie notamment par les différences de besoins entre deux systèmes ayant la même production (notamment concernant l'allaitement).

Pour la suite, une économie moyenne de 60 % est retenue.

Consommation moyenne d'énergie et économie potentielle par exploitation et par classe de production

Production d'eau chaude sanitaire - récupérateur de chaleur

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Consommation annuelle ECS (kWh)	2'044	4'769	3'407	5'621	4'088	3'066	8'176
Besoins résiduels (kWh)	818	1'908	1'363	2'248	1'635	1'226	3'270
Économie potentielle (kWh)	1'226	2'861	2'044	3'373	2'453	1'840	4'906

2.1.2 La production d'eau chaude sanitaire solaire

Les besoins déterminent le volume du ballon nécessaire, la surface de capteurs à mettre en oeuvre étant calculée de manière à pouvoir couvrir la plus grande partie de ces besoins, tout en ayant la meilleure productivité au niveau des capteurs.

L'installation solaire est couplée à un système d'appoint (électrique) afin d'obtenir la température d'eau chaude désirée.

Dans le département des Ardennes, la couverture des besoins peut facilement atteindre **60 à 70 % des besoins** (campagne de mesure régionale 2003-2005).

Le taux de couverture solaire est fixé ci-après à 65 %.

Consommation moyenne d'énergie et économie potentielle par exploitation et par classe de production**Production d'eau chaude sanitaire - chauffe-eau solaire**

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Consommation annuelle ECS (kWh)	2'044	4'769	3'407	5'621	4'088	3'066	8'176
Besoins résiduels (kWh)	715	1'669	1'192	1'967	1'431	1'073	2'862
Économie potentielle (kWh)	1'329	3'100	2'215	3'654	2'657	1'993	5'314

2.2 La pompe à vide

Pour limiter les consommations de la pompe à vide, la régulation du vide selon les besoins instantanés permet d'adapter la consommation. Cela nécessite des équipements spécifiques (capteur de dépression et programme) ainsi qu'une pompe à débit variable avec la vitesse du moteur.

Bien que des économies substantielles soient possibles, ce type de matériel est trop onéreux pour être mis en oeuvre par les établissements de type ardennais.

2.3 Le tank à lait

Outre l'isolation de la laiterie (afin de limiter l'élévation de la température et donc davantage de fonctionnement du tank) ainsi que l'évacuation hors de la pièce de la chaleur, l'installation d'un prérefroidisseur entre la pompe à lait et le tank permet un gain sur la durée de fonctionnement du tank à lait.

Le prérefroidisseur constitué d'un échangeur à plaques avec deux circuits (lait et eau) permet de refroidir le lait entre 13 et 19°C. Il assure une économie d'électricité voisine de **50 % sur le fonctionnement du tank**.

L'eau tiédie (17°C) est envoyée dans un bac en sortie de salle de traite pour l'abreuvement du bétail. La quantité d'eau nécessaire au prérefroidissement étant inférieure à la quantité d'abreuvement, ce système n'implique pas une augmentation de la consommation d'eau.

Consommation moyenne d'énergie et économie potentielle par exploitation et par classe de production**Tank à lait - prérefroidisseur**

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Consommation annuelle ECS (kWh)	1'525	2'750	3'964	5'185	6'142	7'552	10'080
Besoins résiduels (kWh)	762	1'375	1'982	2'592	3'071	3'776	5'040
Économie potentielle (kWh)	762	1'375	1'982	2'592	3'071	3'776	5'040

Remarque:

Dans de nombreux cas, les tanks à lait sont la propriété des laiteries (privées ou coopératives). Les interventions sur le tank nécessitent un accord de la laiterie.

2.4 Extrapolation au niveau du département des Ardennes

En premier lieu, il est à considérer que les trois équipements "récupérateur de chaleur", "chauffe-eau solaire" et "prérefroidisseur" sont difficilement combinables sur une exploitation laitière moyenne, pour des raisons économiques principalement.

Une approche par classe de production est donc indispensable, afin de tenir compte des spécificités de chaque catégorie et des équipements susceptibles d'être mis en oeuvre.

La production d'eau chaude sanitaire est le premier poste de dépense énergétique pour les plus petits cheptels (jusqu'à 250 000 litres de production annuelle). La récupération de chaleur sur le tank à lait représente donc l'action à privilégier d'un point de vue énergétique.

Pour des cheptels plus importants, le tank à lait constitue la cible. c'est pourquoi la mise en oeuvre d'un prérefroidissement du lait, permettant de limiter son fonctionnement, est l'action qui s'impose.

Cependant, devant l'ordre de grandeur des besoins en eau chaude sanitaire, la combinaison prérefroidisseur et chauffe-eau solaire constitue un équipement performant.

Les besoins d'énergie sont réduits par le refroidissement du lait et le solaire permet d'atteindre la couverture d'environ 65 % des besoins thermiques pour la production d'eau chaude.

Ainsi il est considéré pour la suite que :

- Les productions inférieures à 200 000 litres s'équipent de récupérateur de chaleur ;
- Les productions supérieures à 250 000 litres mettent en place la combinaison prérefroidissement et eau chaude solaire ;
- La classe de production 200 à 250 000 litres, rejoint la première catégorie pour moitié, l'autre optant pour la combinaison d'équipements.

Ces équipements ainsi mis en oeuvre permettraient de réaliser des économies de l'ordre de **20 à 40 %** des consommations actuelles suivant les classes de productions.

Consommations actuelle et résiduelles d'énergie après mise en oeuvre des équipements par exploitations et par classes de production

Classe de production (1000 litres)	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Consommation moyenne (kWh)	4'585	9'352	10'014	14'262	14'324	15'652	24'976
Consommation par litre de lait (Wh / litre)	70.51	76.36	57.96	63.50	52.90	45.34	48.02
Consommation résiduelle moyenne* (kWh)	3'359	6'491	7'970	9'453	8'596	9'883	14'622
Consommation résiduelle par litre de lait* (Wh / litre)	51.7	53.0	46.1	42.1	31.7	28.6	28.1
Réduction de consommation	27 %	31 %	20 %	34 %	40 %	37 %	41 %

* Consommation estimée si l'ensemble des exploitations suivent les indications d'équipements prescrits

Ainsi, les consommations dans les salles de traite seraient de l'ordre de 3 400 à 14 600 kWh (contre 5 000 à 25 000 kWh), avec des ratios **de 28 à 52 Wh / litre de lait** (contre 50 à 70 Wh / litre de lait - voir tableau ci-dessous).

Avec la répartition par classe de production proposé, la récupération de chaleur est le dispositif qui concerne le plus d'unités (815 unités), le chauffe-eau solaire et le prérefroidissement environ moitié moins (416)..

Économies d'énergie par équipement

Postes	TOTAL
Consommation actuelle	13'905'603 kWh
Prérefroidisseur	1'508'689 kWh
Chauffe-eau solaire	1'325'943 kWh
Récupérateur	1'755'377 kWh
TOTAL Économie	4'590'009 kWh
Consommation par litre de lait	18.9 Wh/L
Rapport économie et consommation actuelle	33%

La mise en oeuvre de ces différents équipements permettrait une économie d'énergie de l'ordre de 4 590 MWh (soit 19 Wh / litre de lait).

Le gain d'émissions de gaz à effet de serre liées à la réduction de consommation énergétique est, annuellement, de l'ordre de :

- 428 tonnes de CO₂ ;
- 3,2 tonnes de SO₂ ;
- 0,4 tonnes de NO_x.

Économies d'émissions de gaz à effet de serre associées à la mise en oeuvre d'équipements dédiés dans les élevages bovins-lait ardennais

Équipement	Émissions de gaz à effet de serre associées		
Prérefroidisseur	140'594 kg CO ₂	1'040 kg SO ₂	130 kg NO _x
Chauffe-eau solaire	123'564 kg CO ₂	914 kg SO ₂	114 kg NO _x
Récupérateur	163'583 kg CO ₂	1'211 kg SO ₂	151 kg NO _x
TOTAL	427'741 kg CO₂	3'166 kg SO₂	396 kg NO_x

3 Approche économique

L'approche économique se basera sur des valeurs issues des ratios de consommation par litre de lait et des moyennes de production de lait par classe.

Les économies de fonctionnement sont bien évidemment fonction des performances des équipements prescrits.

Les valeurs de performances classiquement atteintes sont retenues, soit :

- 60 % de taux de couverture pour la récupération de chaleur sur le poste eau chaude sanitaire ;
- 65 % de couverture solaire pour le poste eau chaude sanitaire ;
- 50 % d'économie de fonctionnement pour le tank par le prérefroidissement.

Le temps de retour brut provient du rapport entre le coût de l'installation et les économies de fonctionnement engendrées. Il s'agit ici d'économies d'électricité, qui varient selon l'abonnement de l'exploitation concernée.

Ainsi, la tarification de l'électricité a une forte influence sur l'intérêt d'un système. Trois tarifs ont été pris en compte :

- un coût de 0,05 € / kWh ;
- un coût de 0,07 € / kWh ;
- un coût de 0,09 € / kWh.

3.1 Récupérateurs de chaleur

L'installation d'un récupérateur de chaleur présente un coût compris entre 1300 et 6900 €, pose comprise.

Pour un coût de 1900 €, le temps de retour s'échelonne de 6 à 28 ans sur la base d'un coût de l'électricité à 0,05 € / kWh.

Un biais important est introduit au niveau de la substitution d'eau chaude, celle-ci étant produite pour une partie en pleine nuit, là où le coût de l'électricité est le plus faible.

Bien que des temps de retour de l'ordre de 6 à 10 ans soient atteints pour des élevages de plus de 250 000 litres, cet équipement n'est pas rentable pour les plus petites tailles, là où sa pertinence est la plus réelle.

Temps de retour brut d'un récupérateur de chaleur par classe de production et par tarification d'électricité

Investissement : 1900 €

Classe de production	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
TRB 0,05 € / kWh	27.8 ans	15.9 ans	12.2 ans	10.3 ans	9.4 ans	8.2 ans	6.1 ans
TRB 0,07 € / kWh	19.9 ans	11.4 ans	8.7 ans	7.3 ans	6.7 ans	5.8 ans	4.3 ans
TRB 0,09 € / kWh	15.5 ans	8.8 ans	6.8 ans	5.7 ans	5.2 ans	4.5 ans	3.4 ans

3.2 Chauffe-eau solaire

Il est considéré ici que la mise en oeuvre est envisageable pour des productions supérieures à 200 000 litres. En prédimensionnement et dans des conditions optimales, les surfaces de capteurs à développer vont de 5 à 9 m² pour un coût de 6700 à 10700 €.

Les temps de retour sont de l'ordre de 22 à 23 ans, même en intégrant un cofinancement ADEME / Région à hauteur de 20 % (aide non systématique, accordée au cas par cas).

Temps de retour brut d'un chauffe-eau solaire par classe de production et par tarification d'électricité

Taux de subventions : 20 % (ADEME / Région)

Classe de production	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
Surface	1.9 m ²	3.4 m ²	4.4 m ²	5.3 m ²	5.8 m ²	6.6 m ²	8.9 m ²
Investissement	2'623 □ €	4'502 □ €	5'752 □ €	6'723 □ €	7'223 □ €	8'124 □ €	10'656 □ €
Autofinancement	1'836 □ €	3'152 □ €	4'027 □ €	4'706 □ €	5'056 □ €	5'687 □ €	7'459 □ €
TRB 0,05 € / kWh	24.8 ans	24.4 ans	23.9 ans	23.4 ans	23.0 ans	22.5 ans	22.1 ans
TRB 0,07 € / kWh	17.7 ans	17.4 ans	17.1 ans	16.7 ans	16.4 ans	16.1 ans	15.8 ans
TRB 0,09 € / kWh	13.8 ans	13.5 ans	13.3 ans	13.0 ans	12.8 ans	12.5 ans	12.3 ans

3.3 Prérefroidissement du lait

L'installation d'un prérefroidisseur présente un coût compris entre 2200 et 3300 €, pose comprise.

Pour un coût de 2700 €, le temps de retour s'échelonne de 7 à 17 ans sur la base d'un coût de l'électricité à 0,07 € / kWh pour les productions supérieures à 200 000 litres. En deçà de ce seuil, l'investissement est non rentable.

Temps de retour brut d'un récupérateur de chaleur par classe de production et par tarification d'électricité

Investissement : 2700 €

Classe de production	< 100	100 < 150	150 < 200	200 < 250	250 < 300	300 < 400	> 400
TRB 0.05 € / kWh	83.0 ans	44.1 ans	31.3 ans	24.0 ans	19.9 ans	15.6 ans	10.4 ans
TRB 0.07 € / kWh	59.3 ans	31.5 ans	22.3 ans	17.2 ans	14.2 ans	11.2 ans	7.4 ans
TRB 0.09 € / kWh	46.1 ans	24.5 ans	17.4 ans	13.4 ans	11.1 ans	8.7 ans	5.8 ans

4 Commentaires et analyses

Un recensement de ce type d'installations a été effectué en 2004 dans les Ardennes. Il existe quelques unités anciennes encore en fonctionnement, et quelques projets sont à l'étude à l'occasion de création de bâtiments.

Installations existantes de prérefroidisseur et de récupérateur de chaleur dans le département des Ardennes



La mise en oeuvre de ces trois équipements dans les conditions prédéfinies présente des intérêts multiples.

i. Intérêts techniques

Ils permettent de limiter les consommations d'électricité de l'activité de plus d'un tiers : **économie annuelle de l'ordre de 4 590 MWh soit la consommation d'électricité d'environ 1200 foyers.**

Ciblés sur les salles de traite, ces systèmes peuvent contribuer fortement à la réduction des consommations d'électricité en milieu rural.

Cette opération peut permettre de limiter les actions de renforcement des réseaux électriques basse tension.

ii. Intérêts environnementaux

Le gain d'émissions de gaz à effet de serre liées à la réduction de consommation énergétique serait, annuellement, de l'ordre de :

- **428 tonnes de CO₂ ;**
- **3,2 tonnes de SO₂ ;**
- **0,4 tonnes de NO_x.**

iii. Intérêts économiques

L'investissement est difficilement rentabilisé dans les conditions économiques actuelles.

Les temps de retour sont parfois acceptables pour des productions supérieures à 400 000 litres. Mais ces niveaux ne concernent que 7 % des producteurs.

Les investissements demeurent non rentables pour des tailles plus petites sans aides à l'investissement.

De plus, les productions inférieures à 250 000 litres représentent près de 50 % du potentiel d'économie évalué, montrant la nécessité d'un soutien à l'investissement des équipements de maîtrise de l'énergie.

Enfin, par la réduction des charges pour l'exploitant, ces actions constitueraient une forme de soutien, confortant une activité.

Consommation actuelle d'électricité et économie potentielle par la mise en oeuvre d'équipements de maîtrise de l'énergie dans les élevages bovin lait du département des Ardennes

Consommation actuelle	13'905'600 kWh
TOTAL Économie potentielle	4'590'000 kWh
Réduction de consommation	33%