



**aGRICULTURES  
& TERRITOIRES**  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
BOURGOGNE

# Ferme du futur: l'énergie dans les bâtiments agricoles

Filière bovine

Céline ZANELLA



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
DE L'ALIMENTATION  
DE LA PÊCHE  
DE LA RURALITÉ  
ET DE L'AMÉNAGEMENT  
DU TERRITOIRE

*avec la contribution financière du  
compte d'affectation spéciale  
"Développement agricole et rural"*

**Libramont – 23 juillet 2011**



# SOMMAIRE

---

- Filière veaux de boucherie
- Filière bovin lait
- Filière bovin viande

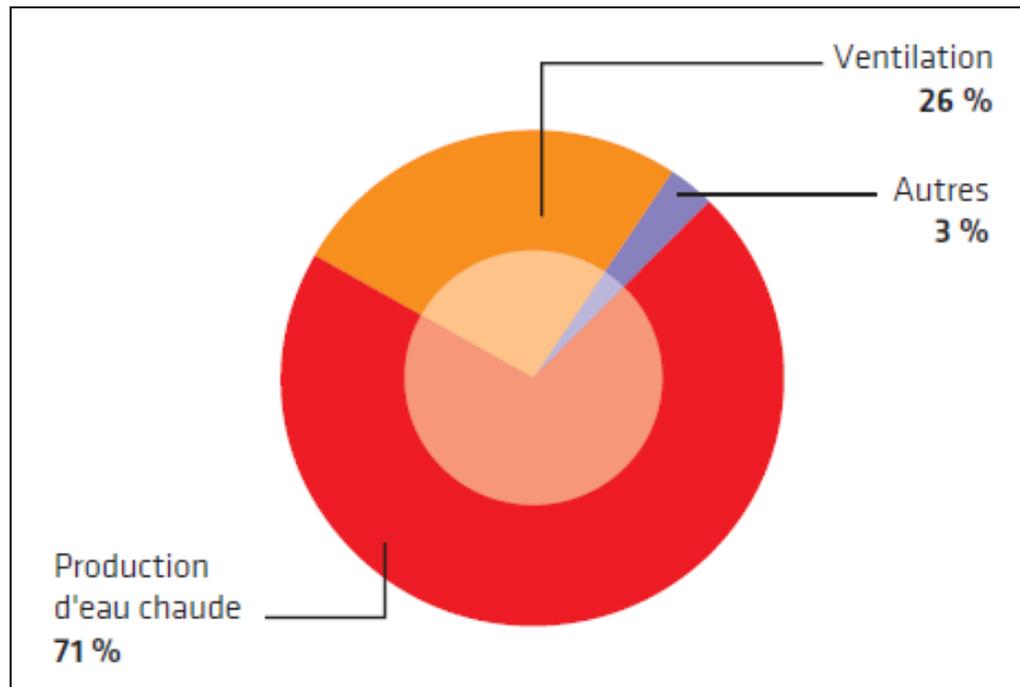


# LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE EN BÂTIMENT VEAU DE BOUCHERIE

SOURCE: LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE EN VEAU DE BOUCHERIE, 2010

# Répartition des différents postes de consommation d'énergie directe pour produire un veau de boucherie

- Deux principaux postes de consommation d'énergie directe: **la production d'eau chaude et le fonctionnement du bâtiment**



Source: Ademe, Etude URE 2007

# Chaudière gaz ou fioul avec ballon d'accumulation

- La production d'eau chaude est assurée par une chaudière au sol associée à un préparateur d'eau chaude de 1 500 litres par l'intermédiaire d'un échangeur. L'échangeur est soit intégré au ballon tampon en inox soit extérieur (échangeur à plaques).
- Le rendement de production est de 90 %. Le rendement de stockage est de 97,5 %.



Photo 11: chaudière au sol couplée à un ballon tampon (échangeur)

Coût eau chaude par veau produit :  
Gaz propane : 6,23 €<sup>HT</sup> (location de cuve comprise)  
Fioul : 6,14 €<sup>HT</sup>

# Réservoir de stockage à chauffage direct au gaz ou au fioul

- La production d'eau chaude est assurée directement dans un réservoir en inox de 1 250 litres, à pression atmosphérique, équipé d'un brûleur au gaz ou au fioul. La capacité du réservoir permet de stocker l'eau chaude nécessaire à une buvée.
- La puissance du générateur assure le chauffage de l'eau en 2 heures (soit 65 kW).
- Le rendement de production est de 85 % environ. Le rendement de stockage est très dépendant de l'isolation du réservoir qui peut être nulle.

Coût eau chaude par veau produit :

Gaz propane : 6,53 €<sup>HT</sup> (location de cuve comprise)

Fioul : 6,44 €<sup>HT</sup>



Photo 12: chaudière de type Le PERCY couplée à un réservoir de stockage en inox à pression atmosphérique.

# Générateur d'eau chaude à gaz sous pression

- La production d'eau chaude est assurée dans un réservoir en inox de 1 200 litres sous pression (pression de réseau) équipé d'un brûleur à gaz de 69 kW.
- Une horloge assure la mise en température 2 heures avant la buvée.
- Une optimisation de circuit de fumées permet d'atteindre un rendement de production de 98,5 % et un rendement de stockage de 99 %.

Coût eau chaude par veau produit : 5,61 €<sup>HT</sup>  
(gaz propane)



Photo 13: générateur à gaz sous pression de marque CHAROT

# Ballons électriques à accumulation (1)

- La production d'eau chaude est assurée par 2 ballons électriques en inox à accumulation de 1 500 litres chacun, installés en série (il est toujours préférable de disposer de deux ballons en cas de défaillance de l'un d'eux).
- La puissance électrique de chaque chauffe-eau est de 18 kW. Ils fonctionnent uniquement en heures creuses (8 heures la nuit). La température de stockage est de 75°C.
- Le rendement de production est de 100 %. Le rendement de stockage est de 95% (5 % de pertes dues au stockage sur la journée pour bénéficier du tarif heures creuses).



*Photo 14 : la capacité des chauffe-eau électriques à accumulation doit être parfaitement dimensionnée pour éviter de fonctionner en heures pleines.*

# Ballons électriques à accumulation (2)

- Coût eau chaude par veau produit selon la tarification de l'électricité

	Tarif Bleu (36 kVA) heures creuses	Tarif Jaune (40 kVA) heures creuses
Prix de revient du kWh (taxes locales et abonnement compris)	0,070 € <sup>HT</sup>	0,064 € <sup>HT</sup>
Coût énergétique annuel HT	2 888 € <sup>HT</sup>	2 640 € <sup>HT</sup>
Coût eau chaude par veau produit (400 veaux/an) (HT)	7,22 € <sup>HT</sup>	6,60 € <sup>HT</sup>

# Chaudière bois et ballon d'accumulation

- Le marché de la chaudière bois s'est fortement développé ces dernières années et l'offre de chaudière automatique à alimentation par vis est très diversifiée.
- Ces chaudières consomment en général soit de la plaquette de bois sèche (35 % d'humidité) soit des pellets (sciure agglomérée).
- Le rendement de production est de 85 %. Le rendement de stockage est de 97,5 %.



*Photo 15: la plupart des chaudières bois dispose d'une alimentation automatique par vis.*

Coût eau chaude par veau produit :  
Plaquettes de bois : 2,37 €<sup>HT</sup>  
Granulés : 5,31 €<sup>HT</sup>

# Capteurs solaires et chaudière d'appoint

- Les capteurs solaires permettent d'assurer un préchauffage de l'eau chaude dans un ballon solaire. Un système de production d'eau chaude d'appoint doit assurer le complément de chauffage jusqu'à 75°C. Le rendement des capteurs solaires est très variable selon leurs caractéristiques. Le chauffage d'appoint doit être souple d'utilisation pour compléter le chauffage de l'eau chaude dès lors que les capteurs solaires ne fonctionnent plus. Le gaz propane ou le fioul sont des énergies qui répondent à cette exigence.
- Ils permettent d'assurer sur l'année 48 % des besoins d'eau chaude en moyenne.



Photo 16 : avec les capteurs solaires, un chauffage d'appoint est nécessaire pour compléter le chauffage de l'eau.

Coût eau chaude par veau produit : 2,87 €<sup>HT</sup>  
(location de cuve de propane comprise)

# Pompe à chaleur air/eau et chaudière d'appoint

- Une pompe à chaleur air/eau (aérothermie) assure le préchauffage de l'eau à 60°C dans un réservoir de 1 500 litres équipé d'un échangeur tubulaire (tank à lait).
- La puissance de la pompe à chaleur doit être de 18 kW en conditions hivernales pour assurer le préchauffage du ballon en 8 heures.
- Le chauffage complémentaire d'appoint est réalisé dans 2 ballons à accumulation électrique de 1 500 litres branchés en série avec celui de la pompe à chaleur. Cet appoint est réalisé en heures creuses pour les buvées du lendemain.



Photo 17: une pompe à chaleur air/eau nécessite un chauffage d'appoint.

Coût eau chaude par veau produit : 4,27 €<sup>HT</sup>

# Récapitulatif des montants d'investissement et des coûts eau chaude estimés pour un élevage de 200 places (mars 2009)

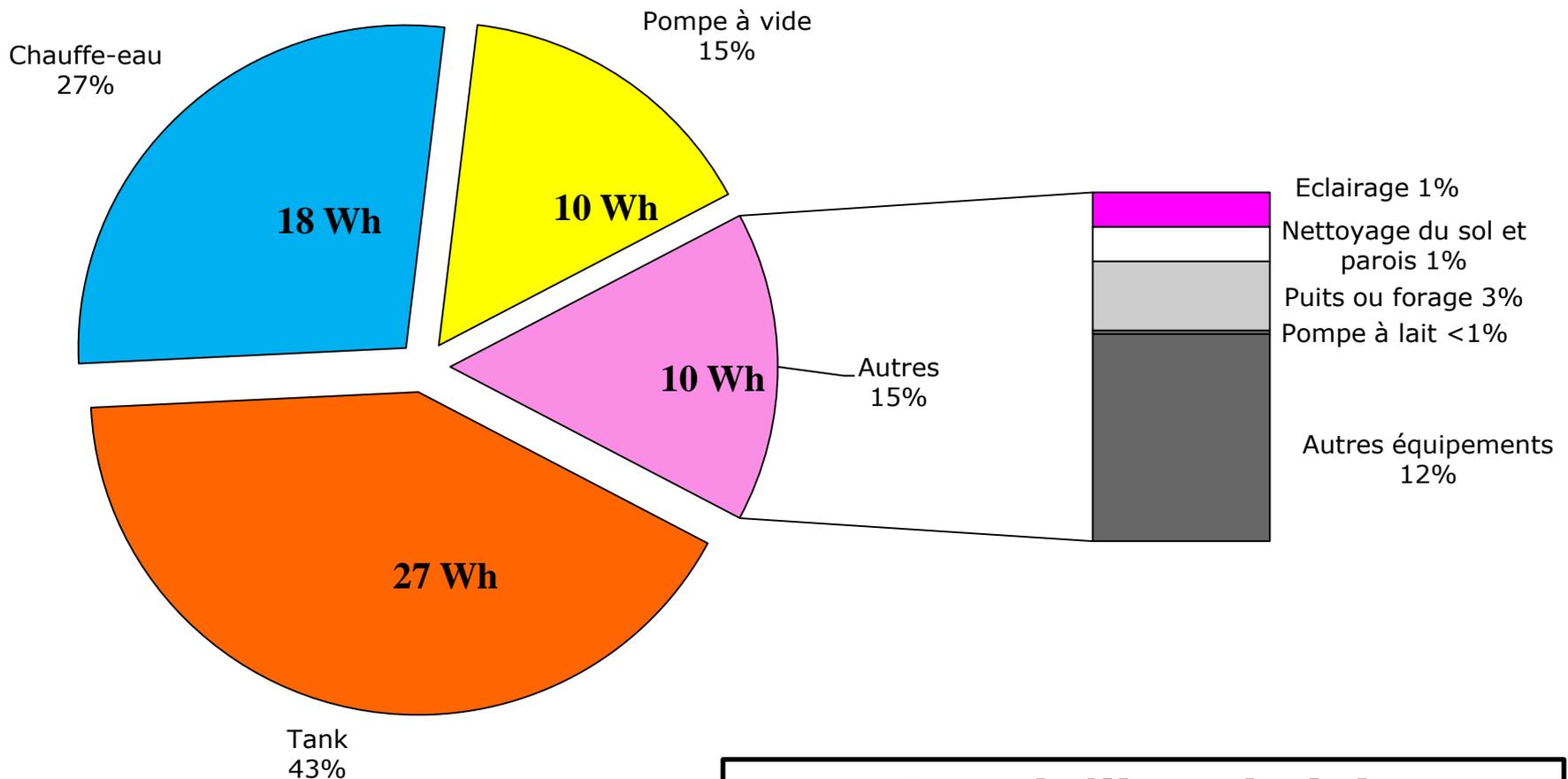
Système de production d'eau chaude	Investissements € <sup>HT</sup> (avant subventions)	Coût eau chaude par veau € <sup>HT</sup>	Retour sur investissement*
1) - Chaudière gaz ou fioul et ballon d'accumulation	12 000 à 14 000 € <sup>HT</sup>	6,14 € Fioul 6,23 € GPL	Référence
2) - Réservoir de stockage à chauffage direct au gaz ou au fioul	10 000 à 12 000 € <sup>HT</sup>	6,44 € Fioul 6,53 € GPL	
3) - Générateur d'eau chaude à gaz sous pression	12 000 à 14 000 € <sup>HT</sup>	5,61 GPL	
4) - Ballons électriques à accumulation	12 000 à 14 000 € <sup>HT</sup>	6,60 €	
5) - Chaudière bois et ballon d'accumulation	35 000 à 40 000 € <sup>HT</sup>	2,37 € plaquettes 5,31 € granulés	15 ans
6) - Capteurs solaires et chaudière d'appoint	31 000 à 36 000 € <sup>HT</sup>	2,87 €	14 ans
7) - Pompe à chaleur air/eau et chaudière d'appoint	25 000 à 30 000 € <sup>HT</sup>	4,27 €	17 ans

Source: Les consommations d'énergies en veau de boucherie, 2010



# LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE EN BÂTIMENT BOVIN LAIT

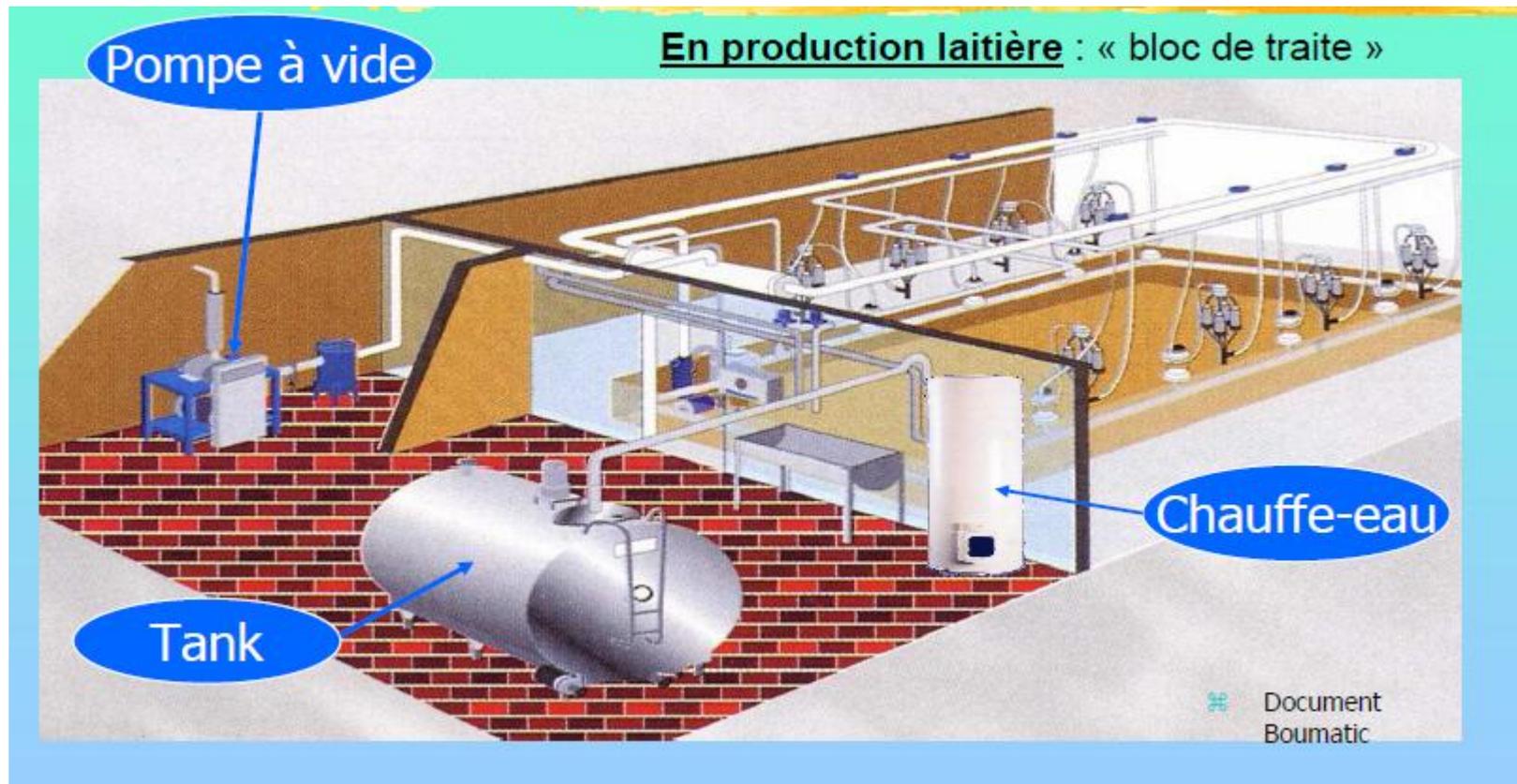
# Les consommations d'énergie en bovins lait – le bloc traite



**65 Wh/litre de lait**

# Bovins lait: les actions d'amélioration

## Bloc traite



# Optimiser le fonctionnement du tank à lait

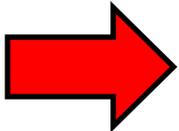
---

- **améliorer l'aération:** réaliser un conduit d'air vers l'extérieur pour évacuer l'air chaud du condenseur
- **installer le condenseur à l'extérieur**
- **nettoyer le condenseur**

# Isoler le bloc traite

---

- **Objectif:** Bien isoler le bloc traite afin de maintenir les locaux hors-gel l'hiver et de limiter le fonctionnement du tank à lait l'été.
- Les consommations d'électricité du tank à lait sont directement liées à la température ambiante dans le local de stockage du lait. Il est important de bien isoler le local de stockage du lait et de ventiler correctement le condenseur du tank à lait.



En abaissant la température moyenne de la laiterie de 5 C, on peut gagner jusqu'à 5 Wh/litre de lait, soit 18 % d'économie d'énergie sur le fonctionnement du tank à lait.

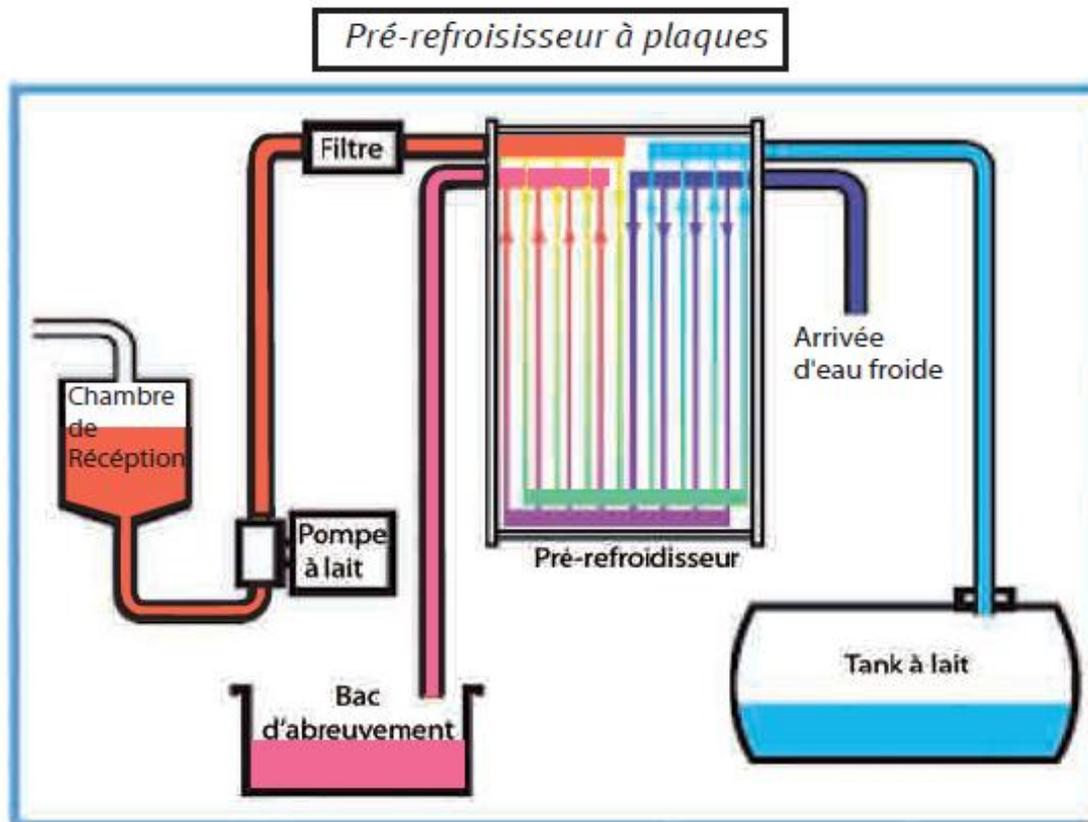
# Le pré-refroidisseur

---

- **Objectif:** abaisser la température du lait avant son arrivée dans le tank en transférant ses calories vers de l'eau, au moyen d'un échangeur de chaleur positionné entre la pompe à lait et le tank.
- Le lait (environ à 35°C) rejoint le tank dans un tuyau en inox qui est en contact avec de l'eau froide. Selon la température et le débit de l'eau, le lait peut être refroidi entre 18 et 23°C. Il faut ainsi compter 1,5 à 2,5 l d'eau par litre de lait.

# Deux types de pré-refroidisseurs (1)

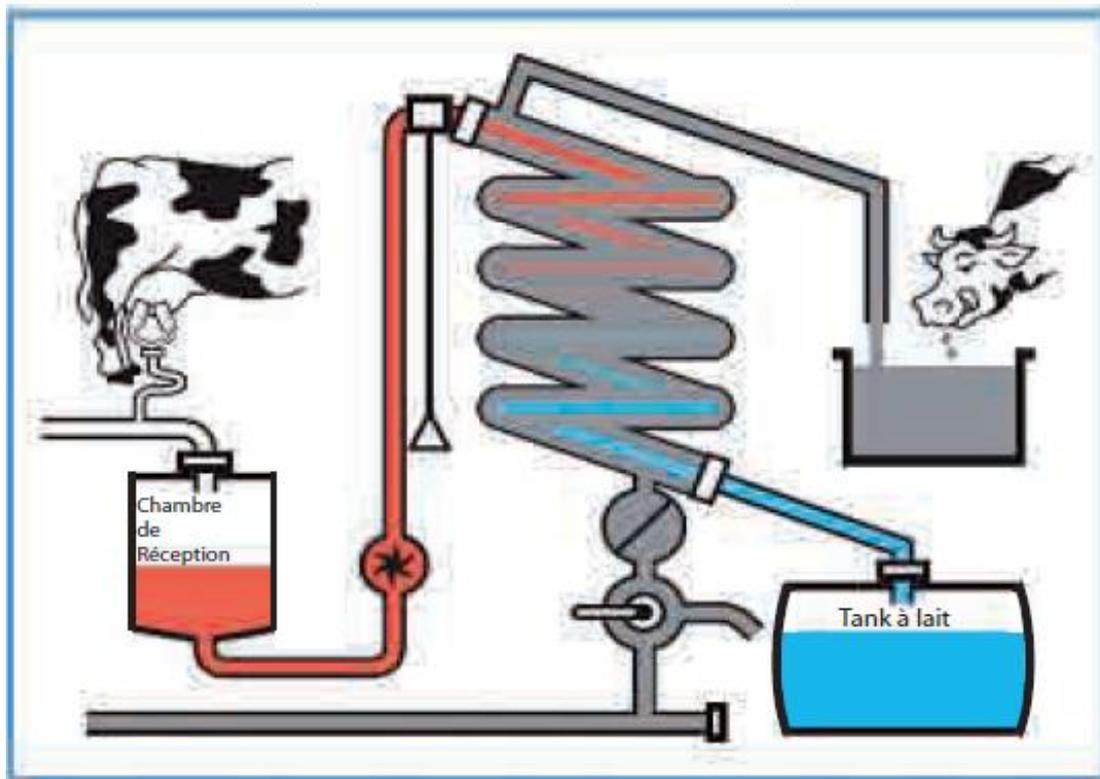
- Les pré-refroidisseurs à plaques



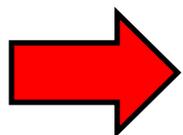
# Deux types de pré-refroidisseurs (2)

- Les pré-refroidisseurs tubulaires

Pré-refroidisseur tubulaire



# Le pré-refroidisseur



**40 % à 50 % d'économie sur la consommation du tank**

**TRI = 9 ans**

Quelques repères sur les consommations d'électricité du bloc traite:

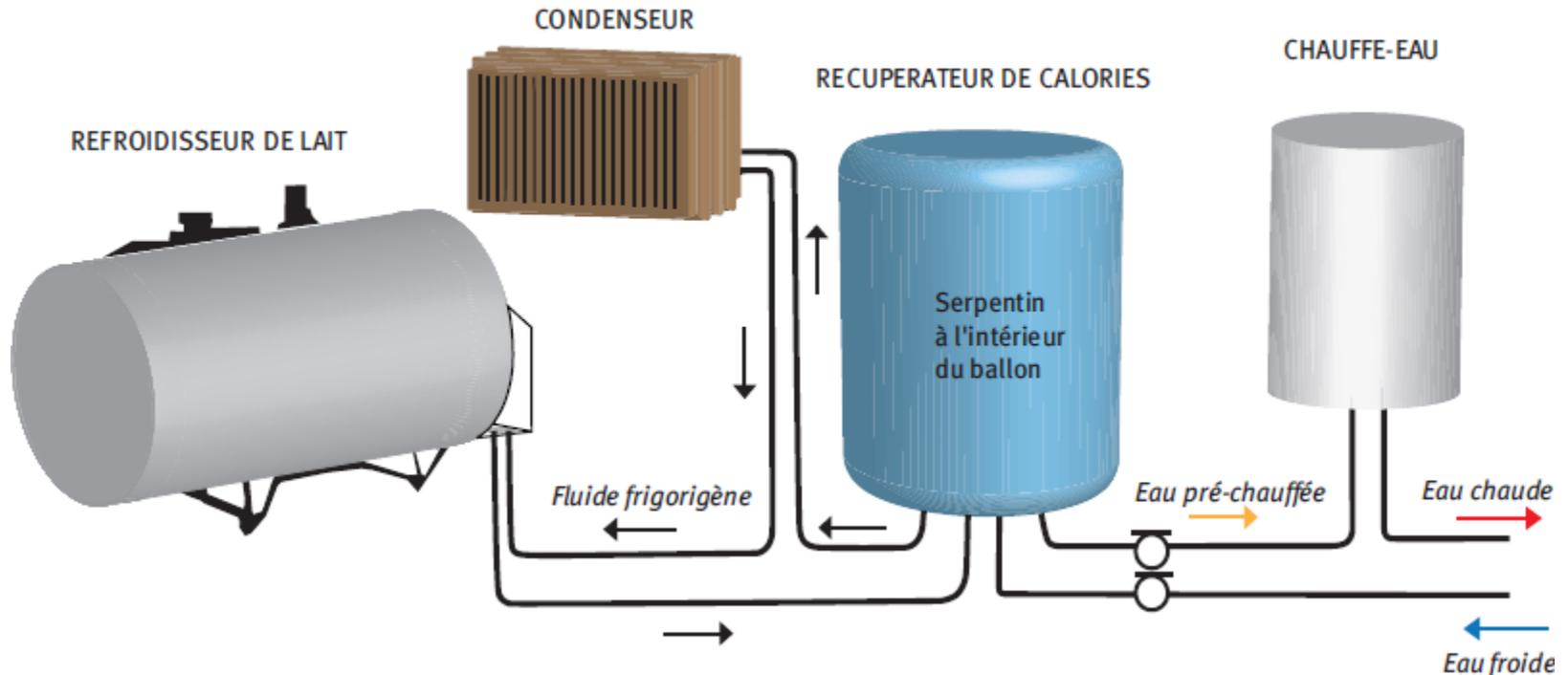
- Bloc traite: 61 Wh/litre de lait,
- Tank: 27 Wh/litre de lait, soit près de 45% des consommations du bloc traite.

# Le récupérateur de chaleur sur tank à lait

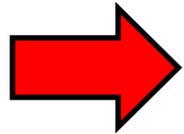
---

- **Objectif:** permet de préchauffer de l'eau à partir de la chaleur dégagée par le tank à lait.
- Les calories extraites du lait sont dispersées dans l'air ambiant sous forme de chaleur. Le récupérateur de chaleur permet de recueillir ces calories pour préchauffer l'eau, grâce à un échangeur de chaleur placé sur le circuit du fluide frigorigène du tank, entre le compresseur et le condenseur ventilé.

# Le récupérateur de chaleur sur tank à lait



# Le récupérateur de chaleur sur tank à lait



**70 % à 80 % d'économie sur le chauffage de l'eau**

**TRI = de 5 à 8 ans** (selon les abonnements)

Quelques repères sur les consommations d'électricité du bloc traite:

- Bloc traite: 61 Wh/litre de lait,
- Chauffe-eau: 18 Wh/litre de lait, soit 27% des consommations du bloc traite.

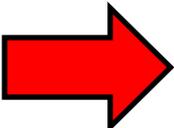
# La pompe à vide à débit variable ou pompe à vide avec variateur de fréquence

---

- **Objectif:** permet de contrôler le niveau de vide de la pompe à vide en fonction des besoins.
- On retrouve particulièrement cet équipement dans le cas d'installation de traite incluant des robots de traite. Mais on retrouve également de plus en plus cet équipement pour des installations de traite classiques.

# La pompe à vide à débit variable ou pompe à vide avec variateur de fréquence

---

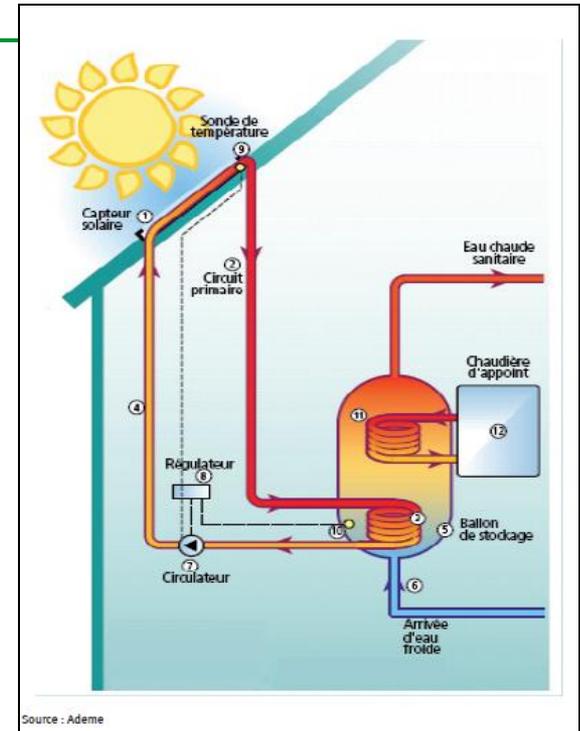
 **jusqu'à 60 % d'économie d'énergie sur la pompe à vide**

Quelques repères sur les consommations d'électricité du bloc traite:

- Bloc traite: 61 Wh/litre de lait,
- Pompe à vide: 10 Wh/litre de lait, soit 15% des consommations du bloc traite.

# Installer un chauffe-eau solaire thermique

- **Objectif:** le chauffe-eau solaire permet de préchauffée l'eau en captant l'énergie solaire « gratuite » et permet ainsi de réduire les consommations d'électricité dues au chauffage de l'eau.
- Le flux solaire peut être converti en chaleur par l'intermédiaire de capteurs solaires thermiques.



un gain de 9 Wh/litre de lait,

soit 50% d'économie sur le chauffage de l'eau

TRI = de 16 à 26 ans selon les abonnements (sans subvention)

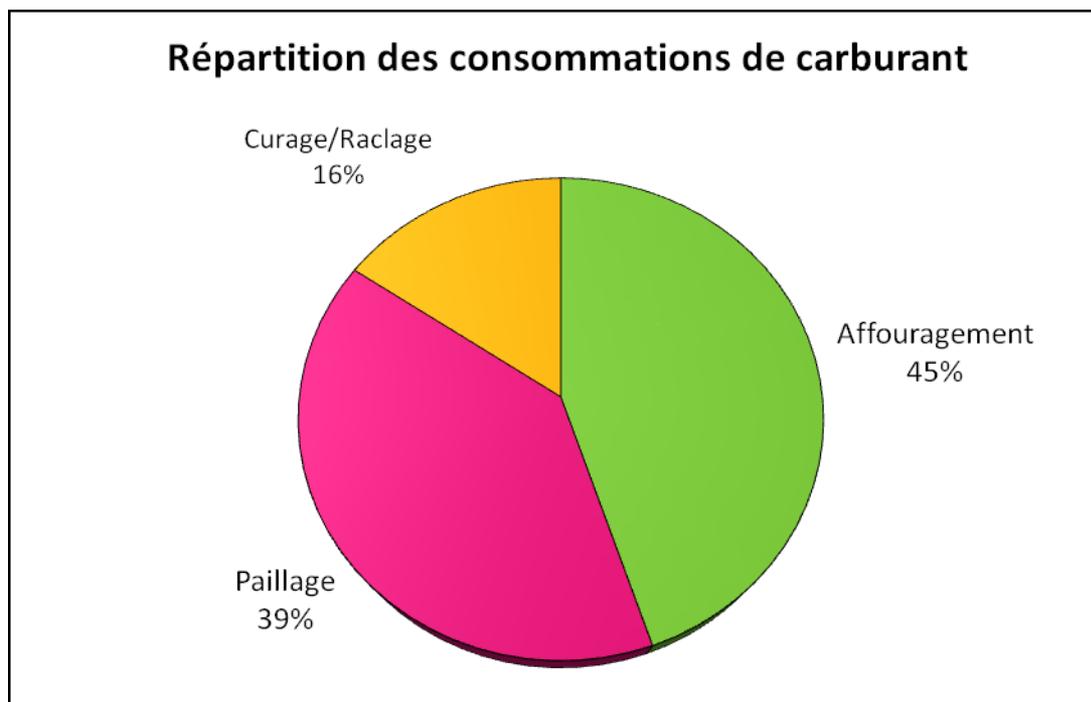
TRI = de 10 à 16 ans selon les abonnements (avec subvention)



# LES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE EN BÂTIMENT BOVIN VIANDE

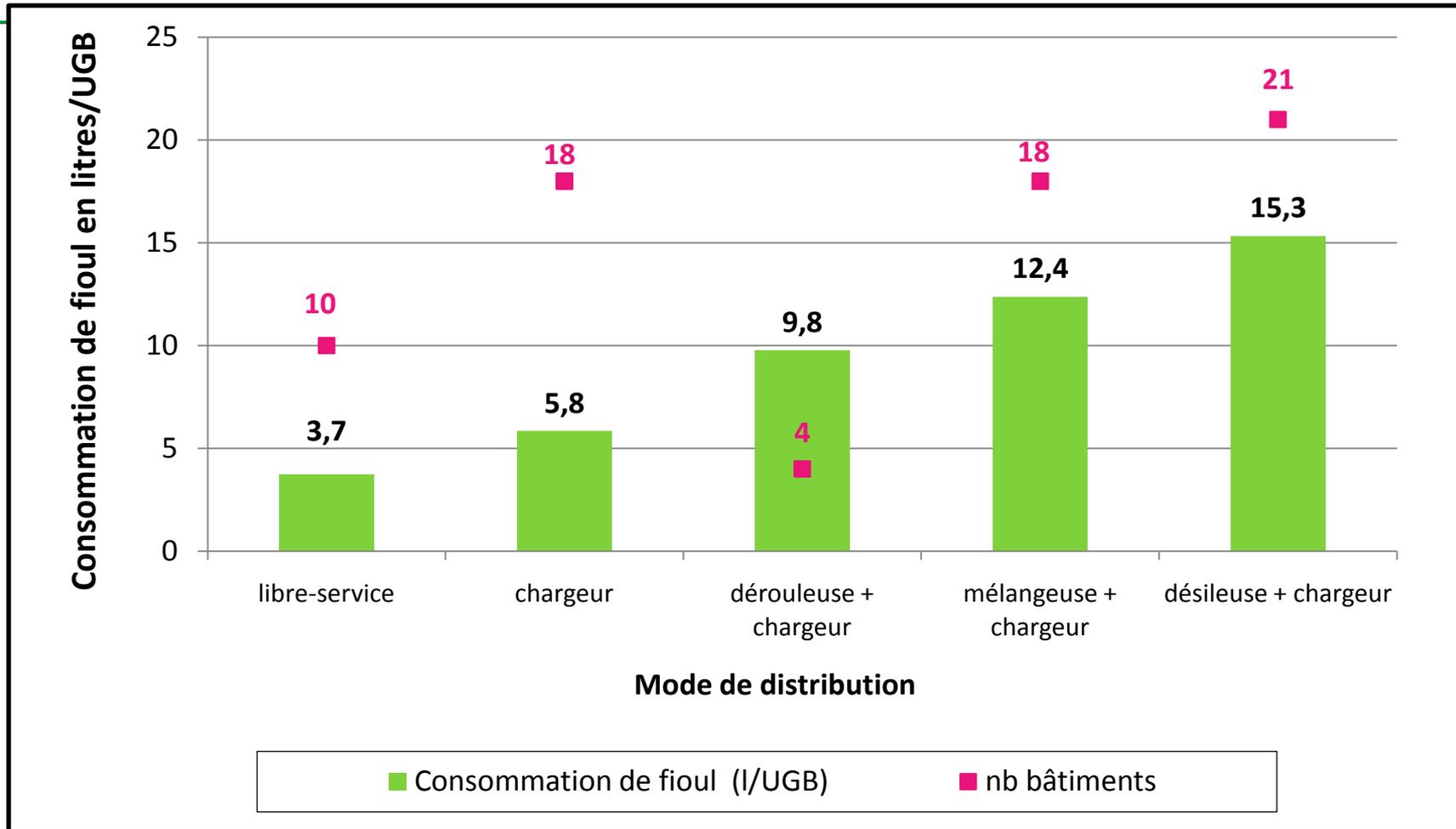
# Les consommations de carburant en bâtiments d'élevage pour la filière bovins viande

- Les consommations d'énergie directe en bâtiments d'élevage:
  - **94,5%** sont liées à la consommation de **carburant**



- 5,5 % sont liées à la consommation d'électricité (fabrication d'aliments à la ferme, chaîne de curage, éclairage, etc.)

# Les consommations de carburant selon le mode de distribution



# Pour conclure sur les consommations de carburant pour la distribution des fourrages

---

- La distribution des fourrages est à l'origine de 45% des consommations de fioul au niveau du bâtiment
- La distribution des fourrages secs est plus économe en carburant:
  - Les fourrages secs permettent d'envisager une distribution des fourrages en libre-service
  - L'affouragement manuel peut également être envisagé, néanmoins ce mode de distribution présente des contraintes de temps et de pénibilité pour l'éleveur.

# Optimiser le carburant en bâtiment

## Les consommations de carburant en bâtiment

Milieu et système fourrager

### **Temps en bâtiment**

Durée de distribution des fourrages et de soin des animaux en bâtiment

### **Types de fourrages**

Nombre de fourrages à distribuer  
fourrages sec/humides

Bâtiment et équipement

### **Type de bâtiment**

**Organisation des circuits**

**Forme d'énergie utilisée**

**Choix de matériel adapté**

**Réglage des matériels**

Pratiques

**Exigence de propreté**

**Organisation du travail**

# Les leviers d'action pour réduire les consommations de fioul en bâtiment pour bovins viande

---

- **Agir sur le matériel de traction**
  - Adopter un mode de conduite économique 10% à 20%,
  - Contrôler régulièrement au banc d'essai moteur : 5% à 10%
- **Bien organiser son travail, notamment en ;**
  - Optimisant les durées de fonctionnement du matériel,
  - Adaptant le parc bâtiment en organisant les circuits du matériel (à l'occasion d'un réaménagement ou d'un projet de construction neuve).

# Les leviers d'action pour réduire les consommations de fioul en bâtiment pour bovins allaitant

---

- Optimiser le choix des équipements pour l'affouragement, le paillage et le curage
  - Matériel adapté à la conduite de l'élevage,
  - Pas de surpuissance de traction.
- Revoir ses pratiques d'élevage durant l'hivernage
  - Réflexion de fond,
  - À mener en cohérence avec le fonctionnement global de l'élevage, et qui peut conduire à revoir le type d'alimentation, le mode d'affouragement, la gestion de la litière, le temps de présence des animaux en bâtiment, ... afin d'adapter en conséquence les équipements.

# Enfin en bovin viande...

---

- Les niveaux de consommation très différents mettent en évidence les marges de manœuvre envisageables
- Les leviers d'action sur les pratiques d'élevage permettent d'envisager une réduction des consommations de fioul comprise entre 5% et 20%, sans investissements conséquents
- Deux exploitations ayant des bâtiments, des matériels et des pratiques identiques, peuvent enregistrer des consommations de carburant différentes



**a**GRICULTURES  
& TERRITOIRES  
CHAMBRE D'AGRICULTURE  
BOURGOGNE

**Merci pour votre attention**

Céline ZANELLA

Chargée d'études en maîtrise de l'énergie  
Chambre d'Agriculture de Bourgogne - France

