



Concevoir une fromagerie économe en énergie : l'exemple du Pradel

Thomas Gontier, Morgane Lambert et Hélène Le Chenadec – IDELE
Sylvie Morge – Chambre d'agriculture de l'Ardèche



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR


**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE,
DE L'AGRO-ALIMENTAIRE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

Liberté
Égalité
Fraternité



La démarche

SOMMAIRE Démarche de construction ou de rénovation
d'un atelier de transformation de produits laitiers fermiers

- ÉTAPE 1**
9 Prérequis, souhaits et objectifs
- 9 DÉFINIR LE PROJET ET LES ATTENTES
 - 10 DÉFINIR LES SOUHAITS, LES TYPES DE PRODUITS À FABRIQUER ET LES VOLUMES
 - 10 DÉFINIR LES CONTRAINTES DE CONSTRUCTION ET LES MOYENS EXISTANTS
 - 10 PRÉVOIR UN ATELIER ÉVOLUTIF DÈS LE DÉPART
 - 11 INTÉGRER LA RÉGLEMENTATION
 - 11 DÉFINIR LES CAPACITÉS ET COMPÉTENCES D'AUTO-CONSTRUCTION AINSI QUE LE TEMPS DISPONIBLE
 - 11 DÉFINIR LES ÉCHEANCES
 - 11 SE FAIRE ACCOMPAGNER

- ÉTAPE 2**
13 Définition et choix du projet
- 13 RETENIR LE PROJET ET ÉTUDIER LA FAISABILITÉ TECHNIQUE, FINANCIÈRE ET HUMAINE
 - 13 ÉVALUER LES COÛTS DE FONCTIONNEMENT
 - 14 RÉDIGER LE CAHIER DES CHARGES AJUSTÉ : DÉFINIR L'IMPLANTATION ET LES BESOINS EN BÂTIMENT
 - 14 RÉDIGER LE CAHIER DES CHARGES AJUSTÉ : LES AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS ET L'ORGANISATION
 - 15 ADAPTER L'AGENCEMENT, L'ORGANISATION ET LE MATÉRIEL EN FONCTION DU TYPE DE TRANSFORMATION
 - 15 CONCEVOIR UN LIEU DE TRAVAIL AGRÉABLE
 - 16 CHOISIR LES MATÉRIAUX
 - 16 TRAITER LES EFFLUENTS
 - 16 VISITER DES ATELIERS EXISTANTS ET CAPITALISER LES EXPÉRIENCES PAR RAPPORT AU PROJET RETENU

- ÉTAPE 3**
17 Validation du projet et conception
- 17 CONCEVOIR LE PROJET DÉFINITIF DE L'ATELIER
 - 18 VALIDER LES ÉQUIPEMENTS AINSI QUE LES ASPECTS TECHNIQUES ET RÉGLEMENTAIRES
 - 18 VALIDER LE FINANCEMENT ET LES COÛTS DE FONCTIONNEMENT
 - 18 VÉRIFIER QUE LA SOLUTION RETENUE RÉPOND BIEN AUX ATTENTES INITIALES
 - 19 MODIFIER SI NÉCESSAIRE LES PLANS ET AFFINER LES DÉTAILS DE CONSTRUCTION
 - 19 DÉPOSER LES AUTORISATIONS ADMINISTRATIVES
- ÉTAPE 4**
21 Construction ou rénovation
- 21 RÉALISER ET ARCHIVER LES PLANS DÉFINITIFS AVEC LES ÉQUIPEMENTS ET LES PLANS D'EXECUTION
 - 21 CHOISIR LES ENTREPRISES
 - 22 PLANIFIER LES ÉTAPES DE CONSTRUCTION ET/OU RÉNOVATION ET ANTICIPER L'ENCHAÎNEMENT DES TRAVAUX
 - 22 VALIDER LES MÉTHODES CONSTRUCTIVES ET AJUSTER LE BUDGET
 - 22 CONSTRUIRE OU RÉNOVER ET SUIVRE LE CHANTIER
 - 22 DÉCLARER LE DÉBUT ET LA FIN DE CHANTIER

- ÉTAPE 5**
23 Mise en service de l'atelier
- 23 NETTOYER ET DÉSINFESTER LES LOCAUX AVANT D'INSTALLER LES AMÉNAGEMENTS
 - 23 INSTALLER ET AJUSTER LES ÉQUIPEMENTS ET LES MODES OPÉRATOIRES
 - 24 DÉCLARER SON ACTIVITÉ DE TRANSFORMATION
 - 24 PRÉVOIR UNE PHASE DE DÉMARRAGE
 - 24 TRAVAILLER AU QUOTIDIEN
 - 24 ENTRETIENIR LE BÂTIMENT ET LES ÉQUIPEMENTS
 - 24 ANTICIPER L'ÉVOLUTION DE L'ATELIER

4 • INSTITUT DE L'ÉLEVAGE - DÉMARCHE DE CONSTRUCTION OU DE RÉNOVATION
D'UN ATELIER DE TRANSFORMATION DE PRODUITS LAITIERS FERMIERS

INSTITUT DE L'ÉLEVAGE - DÉMARCHE DE CONSTRUCTION OU DE RÉNOVATION • 5
D'UN ATELIER DE TRANSFORMATION DE PRODUITS LAITIERS FERMIERS



Etape 1

- Prérequis, souhaits et objectifs

Etape 2

- Définition et choix du projet

Etape 3

- Validation du projet et conception

Etape 4

- Construction ou rénovation

Etape 5

- Mise en service de l'atelier

Les prérequis, souhaits et objectifs de la nouvelle fromagerie : **être innovant tout en étant représentatif !**

- Un travail collaboratif : Cap'Pradel
- Maintenir la production de Picodon
- Diversifier la production : choix de la PPNC
- Formation : salle de classe et fabrication sans interférer avec la production de la ferme
- Être le support d'expérimentation pour la filière : différentes salles d'affinages
- Innover et tester pour les éleveurs : gestion des effluents, ventilation, énergie, matériaux biosourcés, éco-conception
- Être reproductible

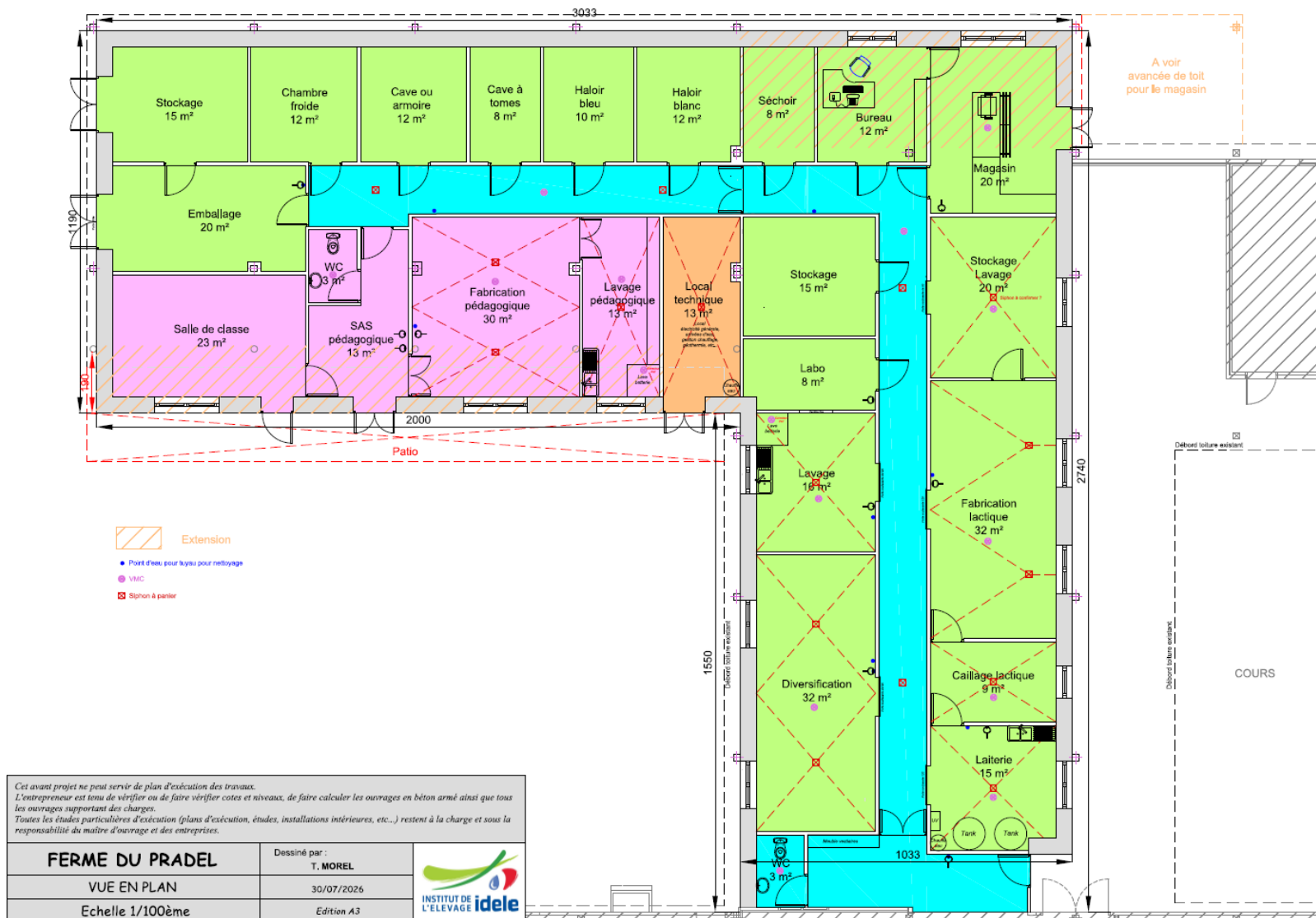
Définition et choix du projet

- Rénover et utiliser les locaux existants :

Fromagerie actuelle + Ancien bâtiment chevrettes = 

- Travail et pénibilité :
 - Surfaces, équipements et emplacements des portes et fenêtres pour un travail agréable et facilité
- Une fromagerie efficace :
 - Surfaces, organisation des pièces, exposition, équipements

Validation du projet



Focus sur l'énergie : Rappels des éléments principaux

- Orientation
- Protection solaire
- Isolation
- Ventilation



Quelques rappels

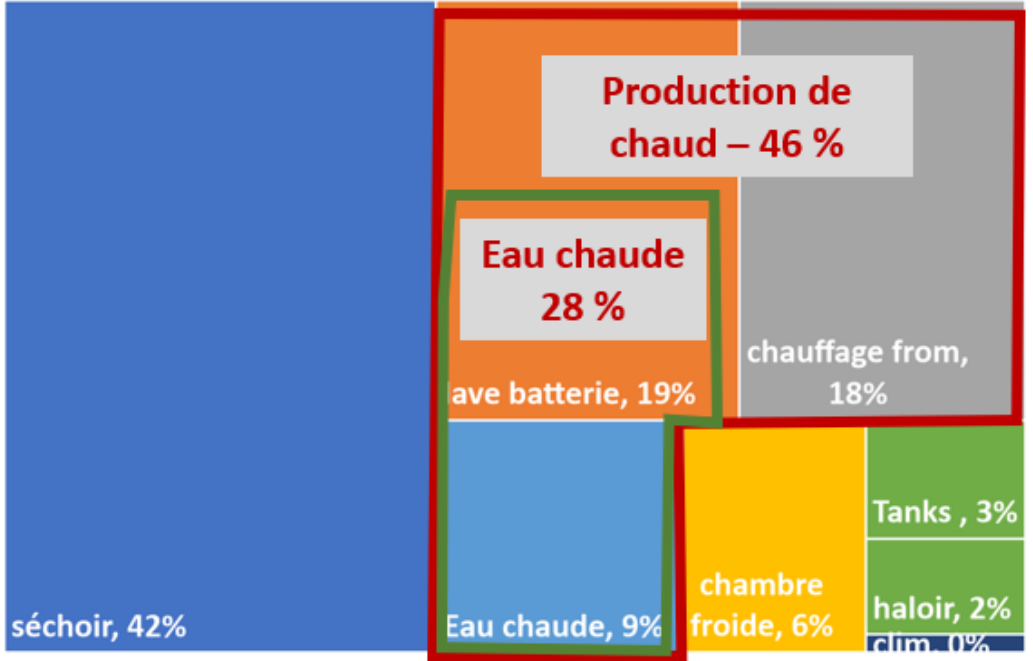
■ Les consommations dans les ateliers fromagers

Consommation d'électricité		Quintiles et médianes				Energivores
		Economes				
kWh/1000 l	Caprins laitiers	< 86	86 à 112	112 - 122 - 142	142 à 192	> 192
	Caprins fromagers	< 357	357 à 475	475 - 554 - 624	624 à 851	> 851
	Caprins fromagers conv. > 60 000 litres	< 211		497		> 788
	Caprins fromagers conv. < 60 000 litres	< 308		600		> 982
	Caprins fromagers bio. < 60 000 litres	< 381		820		> 1 328



Confédération
Nationale de l'Elevage
CNE

Répartition des consommations - Le Pradel - Fromagerie - 2023



346 kWh/1000 litres

97 kWh pour eau chaude

Retours expériences & Expérimentation



Orientation et Protection solaire

■ Débords de toiture



Un grand débord de toiture avec une orientation Est-Nord-Est permet de protéger la façade uniquement à partir du milieu de matinée,



Protection solaire

■ Pergolas et végétalisation



rajout d'un débord de toit



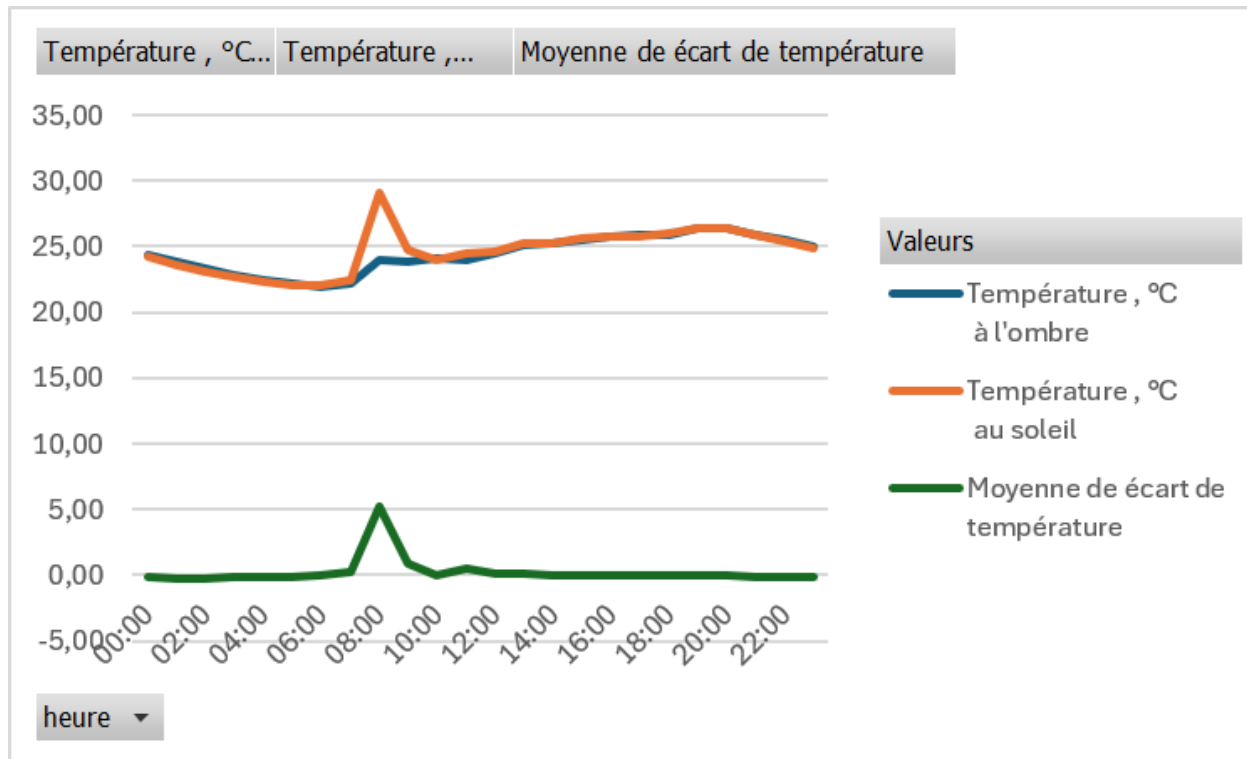
Protection solaire

- Filtres solaires – pose d'un filtre solaire sur l'extérieur des fenêtres



Protection solaire

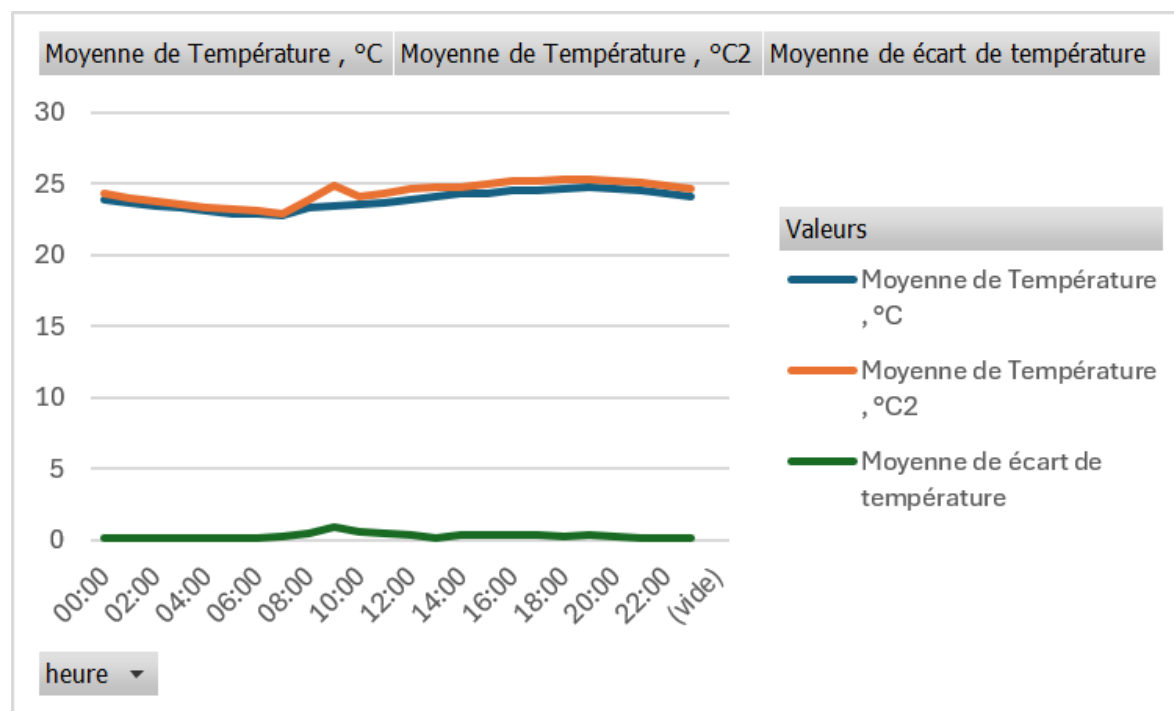
- Filtre solaire : impact sur les températures du matin dans la pièce avant la pose d'un filtre



- ➔ Mesure de température dans la salle de moulage **avant** pose des filtres
- ➔ Une sonde à l'ombre et une sonde sur une table de moulage au soleil

Protection solaire

- Filtre solaire - impact sur les températures du matin dans la pièce après la pose d'un filtre



- ➔ Mesure de température dans la salle de moulage **après** pose des filtres
- ➔ Une sonde à l'ombre et une sonde sur une table de moulage au soleil

➔ Forte diminution de l'augmentation de température du matin
! > 1 mois entre les mesures avant et après

Protection solaire

- Protection solaire des murs, cloisons et ouverture

Des voiles d'ombrage pouvant être posées à l'horizontale (façade sud) ou à la verticale, façade est ou ouest

Crédit photo : Thomas Gontier



Crédit photo : Morgane Lambert



Crédit photo : Thomas Gontier

Protection solaire

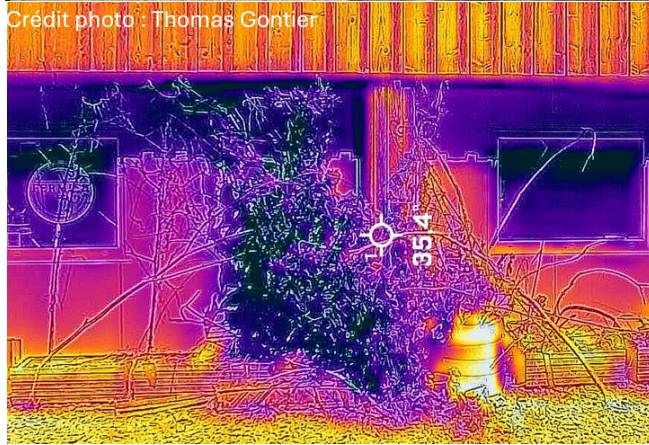
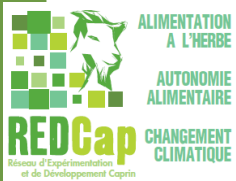
- Déplacement des appareils de froid



➔ Déplacement du congélateur qui prenait le soleil

Protection solaire

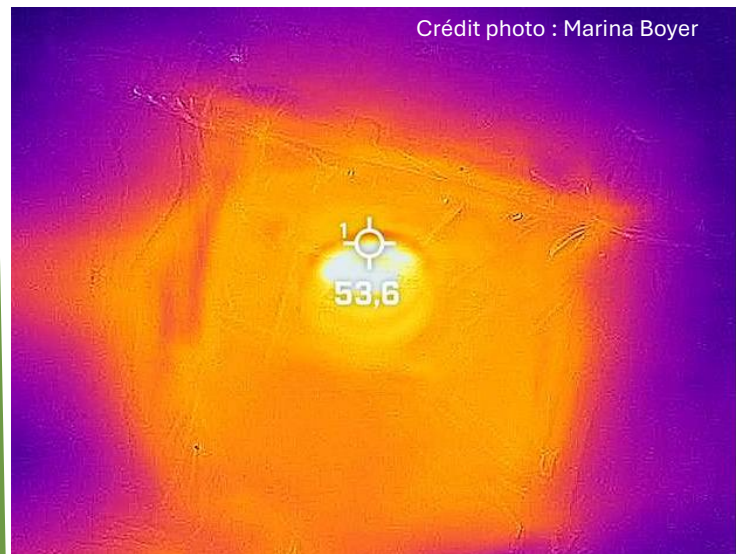
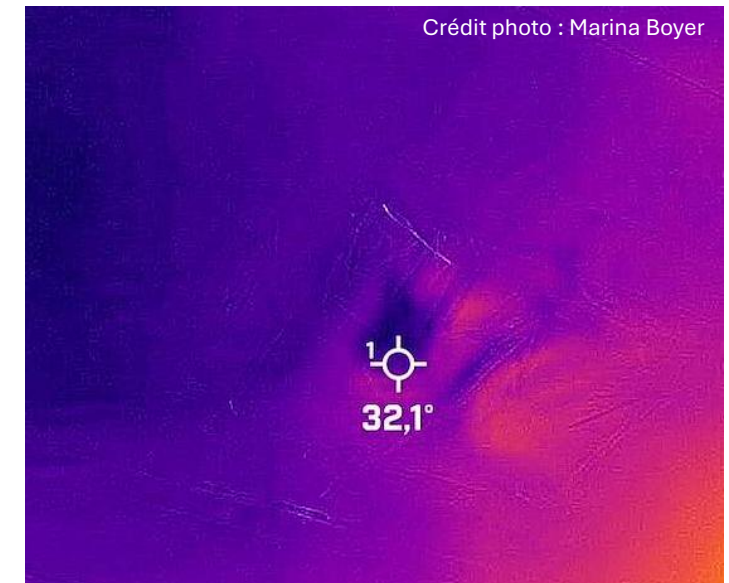
■ Végétalisation des façades et des abords de la fromagerie



Isolation

■ Bouchage des entrées d'air parasites

➔ Bouchage d'une ancienne gaine de ventilation dans la salle de moulage



Isolation

■ Bouchage des entrées d'air parasites

➔ Bouchage des arrivées de gaines



Entrée d'air
restant à
boucher



Entrées d'air

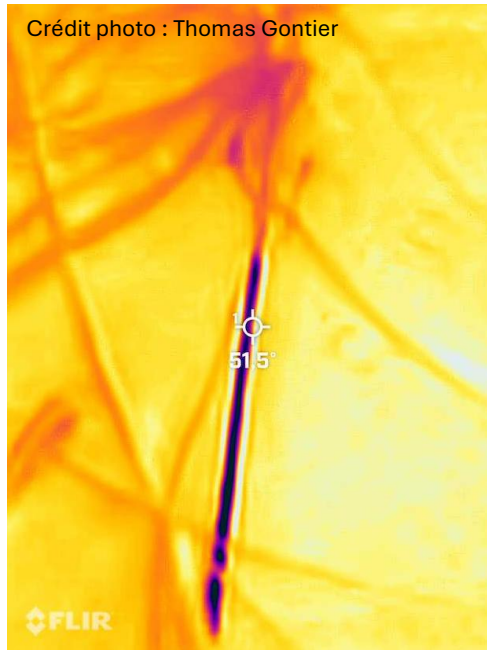
- Attention à la propreté des entrées d'air
Un caisson avec un filtre



Isolation

■ Attention à la jonction des panneaux sandwich

➔ Panneaux sandwich non jointifs en plafond



Isolation

- Isolation complémentaire entre les panneaux sandwich et les murs
- ➔ Fromagerie aménagée dans un ancien bâtiment



15 cm entre
murs et
fromagerie



rupture de pont thermique autour de la dalle
avec 10 cm de liège
+ dessous sur le pourtour + misapor

	valeur λ min & max		6 cm panneaux sandwich	15 cm de liège	coefficient d'isolation total
Polyuréthane	0,023	0,032	2,18		5,64
Panneaux sandwichs					
Liège expansé	0,043			3,46	

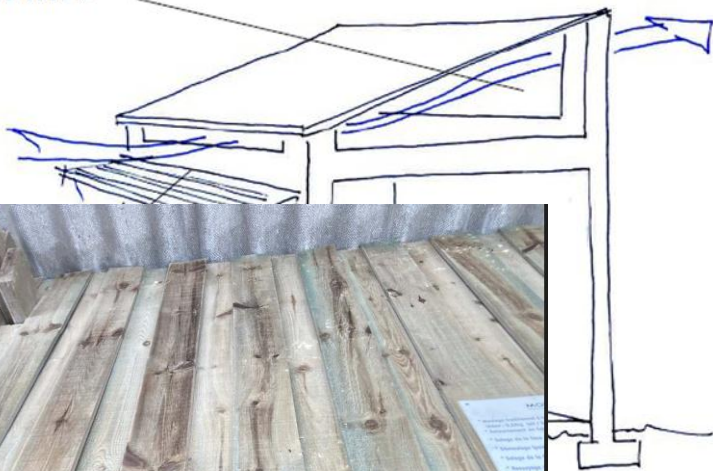
2 176 € HT pour 8m³ pour isoler $\frac{3}{4}$ d'une fromagerie de 64 m²



Ventilation

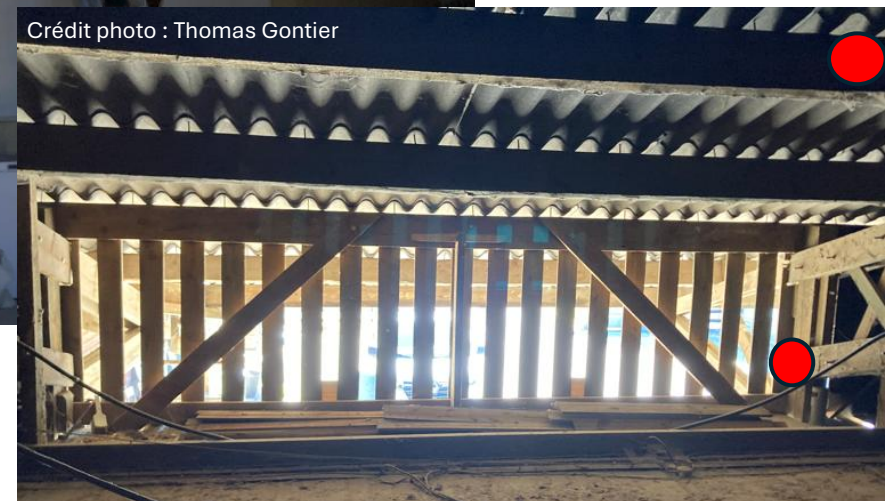
- Favoriser la ventilation en sous toiture

Espace vide sur-ventilé
« double toit »



● Capteurs de température

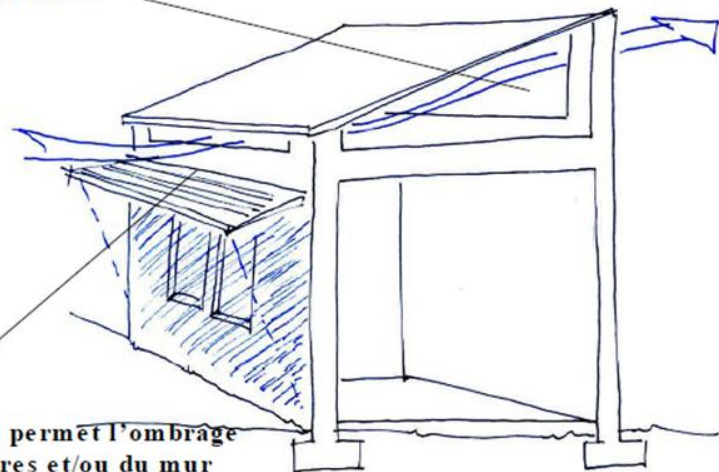
Crédit photo : Thomas Gontier



Ventilation

- Favoriser la ventilation en sous toiture

Espace vide sur-ventilé
« double toit »



Brise-soleil permet l'ombrage
des ouvertures et/ou du mur
en évitant leur « surchauffe »
en été.

Différences de température

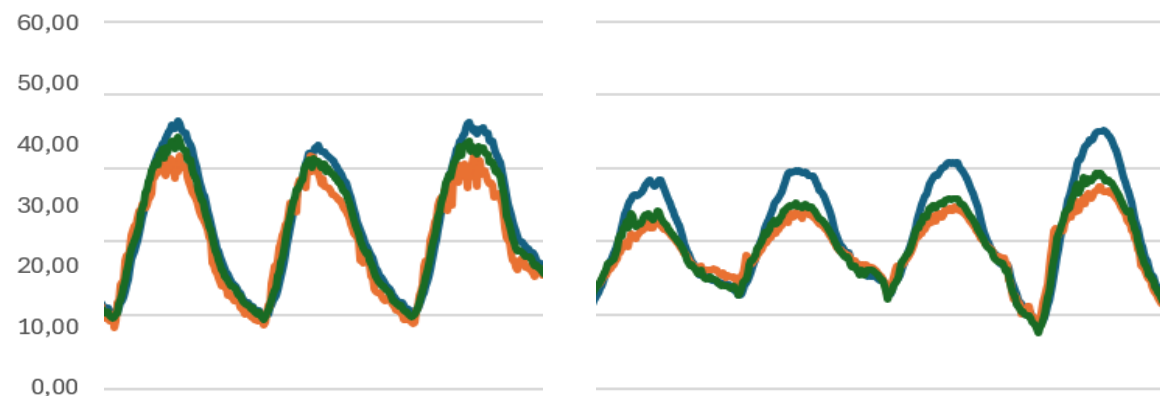
- ➔ Milieu du toit - ext
- ➔ Intérieur côté bardage - ext

➔ Températures des trois sondes

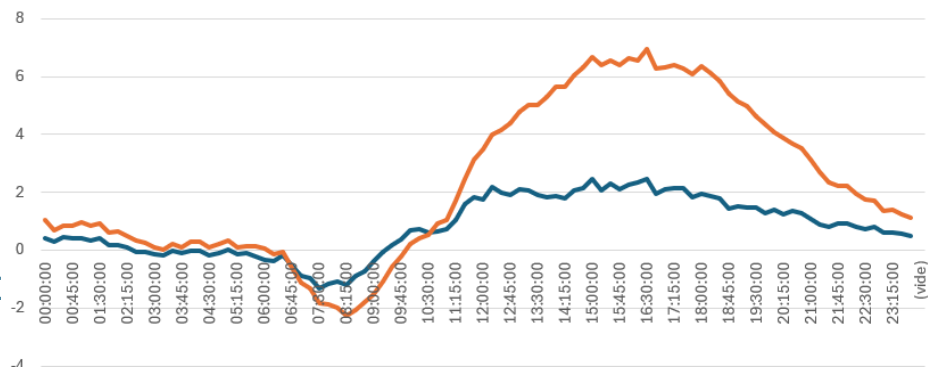
➔ Extérieur

➔ Intérieur côté bardage

➔ Intérieur milieu du toit



Moyenne de écart bardage-ext Moyenne de écart milieu toit-ext



Ventilation

- Favoriser la ventilation en sous toiture



- ➔ Laisser un espace entre la fromagerie et le bardage
- ➔ Attention à ne pas stocker de matériels à cet endroit

Ventilation

- Favoriser la ventilation des pièces avec les groupes froids



➔ Ventilation de la porte



➔ Ventilation au dessus des groupes froid



➔ Ventilation dans le mur opposé à la porte au dessus des groupes froids

Etude Energétique Le Pradel

- Etude énergétique pour la rénovation et extension de la fromagerie

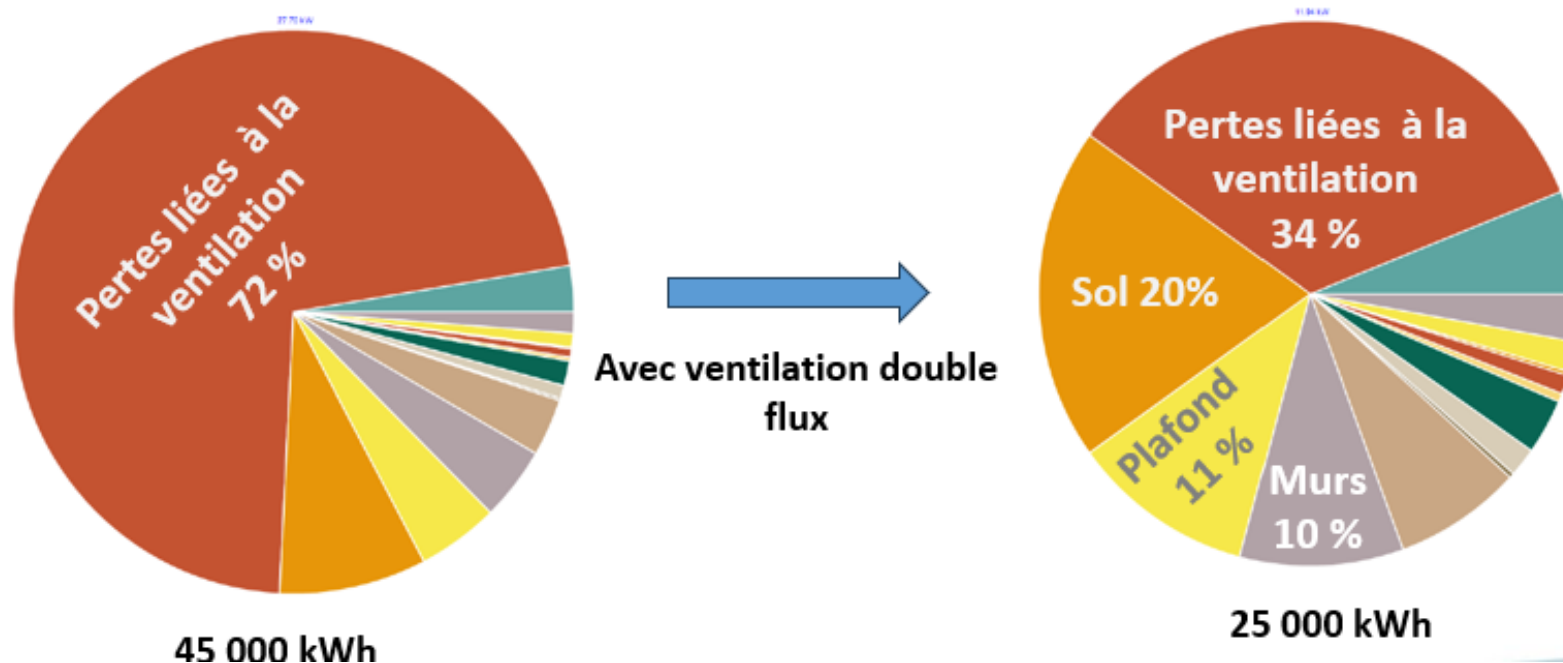
Solutions proposées

- isolation renforcée ($R=9$ en plafond et murs extérieurs)
- Isolation du sol au niveau de l'extension
- Protection solaire avec pergolas de la partie sud,
- Filtre solaire de 75% sur les ouvertures à l'est et à l'ouest,
- Brises soleil orientables sur les ouvertures à l'est et à l'ouest,
- Pompe à chaleur géothermique sur sonde,
- Murs de refend en béton pour apport d'inertie thermique

Etude Energétique Le Pradel

■ Etude énergétique pour la rénovation et extension de la fromagerie

Cas d'étude



La ventilation double flux permet de

- ➔ Limiter très fortement le besoin d'énergie
- ➔ Limiter le besoin de puissance de la solution de chauffage / climatisation

Etude Energétique Le Pradel

- Etude énergétique pour la rénovation et extension de la fromagerie

Des questions qui restent en suspens

- Quel besoin de ventilation en fromagerie ?
- Quel effet de rafraichissement adiabatique par l'évaporation d'eau dans la fromagerie ?
- Quel impact de l'inertie thermique sur les consommations d'énergie ?

Etude Energétique Fromagerie

- Projet étude énergétique sur la base de la fromagerie actuelle du Pradel
simulation d'un cas de base de référence et étude de différentes hypothèses
 - Passage de panneaux sandwich de 60 et 100 mm
 - Passage à 200 mm pour la chambre froide ?
 - Isolation de la dalle ?
 - Ouverture dans un plafond d'une ouverture de 15 cm de diamètre pour simuler les entrées d'air parasites,
 - Surisolation d'un ballon d'eau chaude,
 - Obstruction d'une fenêtre,
 - Pose d'un filtre solaire sur les fenêtres
 - Installation d'une porte pvc sur haloir et séchoir vs porte isolée
 - ...

■ Pour aller plus loin :

- **Guide fromagerie 2024** : <https://idele.fr/detail-article/demarche-de-construction-ou-de-renovation-dun-atelier-de-transformation-de-produits-laitiers-fermiers>
- **Présentation Energie JPO Pradel 2024** : https://dgxy.link/JPO_Pradel_2024
- **CLIMLACTIC - Fiche pratique Electricité** : <https://idele.fr/detail-article/consommations-electriques-en-atelier-caprin-fromager-comment-les-analyser-et-quelles-solutions-pour-les-limiter>
- **CLIMLACTIC _Outil interactif - Consommations électriques en production laitières fermières _ Les solutions pour les maîtriser** : <https://idele.fr/detail-article/consommation-delectricite-en-production-laitiere-fermiere-les-4-facteurs-de-maitrise>



■ Pour aller plus loin :

■ Guide des consommations d'énergie en élevage

<https://idele.fr/detail-article/consommation-denergie-en-elevages-herbivores>



■ Diagnostic SelfAgri Energie

<https://selfagri-energie.cap2er.eu/home-page>



■ Présentation SPACE Autoconsommation Photovoltaïque

<https://idele.fr/detail-article/space-2024-photovoltaique-en-autoconsommation>

■ Consommations électriques liées à la traite et solutions

■ **Guide :** <https://idele.fr/detail-article/consommations-electriques-liees-a-la-traite>

■ **Appli :** <https://services-app-mir4.glide.page>



■ Pour aller plus loin :

- Réseau PLF / Qualainov : <https://idele.fr/qualainov/biblioplf>



- Pour une installation réussie en élevage caprin : <https://idele.fr/detail-article/pour-une-installation-reussie-en-elevage-caprin>



- Cap'Climate Territoires : <https://idele.fr/CapClimatTerritoires/publications>



- Fiche focus ATLAIR : <https://idele.fr/detail-article/projet-atlair-2026-2028>



- Fiche focus URE : idele.fr/detail-article/aura-ure-consommation-et-utilisation-rationnelle-de-lenergie-dans-les-exploitations-dauvergne-rhone-alpes

