



Agriculture, Énergie & Environnement

Un inter-réseau régional qui oeuvre pour une agriculture durable en PACA



Fiche technique 01

La chambre froide



Inter-Réseau
irae
Agriculture • Énergie • Environnement
Provence-Alpes-Côte d'Azur

Les chambres froides

Comment concilier efficacité énergétique & conservation des productions agricoles ?

Dans le cadre du montage des dossiers AGIR, les thématiques abordées se sont avérées très diverses, parfois très techniques et pointues. C'est le cas de la conservation des productions agricoles brutes ou transformées qui a souvent nécessité des études approfondies pour l'installation d'une nouvelle chambre froide ou pour améliorer l'efficacité énergétique de celle-ci.

L'électricité est bien souvent le principal poste de consommation dès qu'il s'avère nécessaire de conserver au froid les productions de l'exploitation. Dans ces cas plusieurs paramètres doivent être pris en compte ; ils peuvent être d'ordre sanitaire, technique ou réglementaire, mais demande systématiquement d'être étudié précisément avant toutes modifications ou installation de chambres froides. Elles consomment une énergie conséquente sur les exploitations maraîchères, arboricoles et fromagères d'autant plus si elles sont en plein soleil, mal isolées, trop souvent ouvertes ou avec un groupe froid mal dimensionné ou peu performant.

Le groupe froid, indispensable au fonctionnement d'une chambre froide, comporte 3 éléments indissociables : **le compresseur, le condenseur et l'évaporateur**. Le compresseur aspire un gaz, le comprime, l'envoie sous pression dans un circuit où il se détend, s'évapore, produit du froid puis le cycle recommence. L'évaporateur, placé dans la chambre froide, c'est un échangeur thermique. Le condenseur évacue la chaleur cédée par la liquéfaction des vapeurs comprimées et la transmet au milieu ambiant. A ces éléments se rajoute un indispensable système de dégivrage de l'évaporateur (arrêt du compresseur et ventilation forcée).



Comment améliorer l'efficacité d'une chambre froide ?

Point de contrôle	Préconisations
Présence de givre sur l'évaporateur	Vérifier le réglage du système de dégivrage.
Fixation de l'évaporateur	Il doit être solidement attaché, car des dizaines de kilos de glace peuvent se former sur l'évaporateur suivant sa taille.
Propreté de l'évaporateur	Poussières et saletés réduisent son efficacité. Il faut alors le nettoyer
Protection des parties extérieures du groupe froid	Il faut les protéger au maximum des intempéries sans recouvrir le condensateur qui évacue la chaleur. Sur les groupes de grandes puissances il est d'ailleurs envisageable de récupérer cette chaleur. L'accès au groupe doit être facile pour les opérations de maintenance.
Etanchéité de la porte de d'entrée	Il peut être nécessaire de changer les joints en caoutchouc, voir même de changer la porte si elle est trop rouillée ou déformée.
Protection de la base de la porte et des rails (haut et bas) s'il s'agit d'une porte coulissante	S'il n'y a pas de protection, les manutentions avec un transpalette peuvent occasionner des chocs réguliers et des problèmes d'étanchéités à terme.
Présence d'un sas d'entrée (zone tampon).	Cette protection n'est pas courante, elle permet de réduire la différence de température entre l'extérieure et l'intérieure de la chambre froide. De plus l'installation de rideaux souples (bandes plastiques positionnées à l'intérieur de la chambre froide) permet encore de ralentir le réchauffement de l'intérieur lors des entrées et sortie de marchandises. Dans tous les cas il faut éviter de rentrer des marchandises trop chaudes.
La chambre froide est installée en extérieur	Il est indispensable d'installer au moins une protection solaire avec pourquoi pas un sas d'entrée et du coup « une coquille fermé ».
L'isolation des parois	Elle est en général de 70 ou 80 mm pour les panneaux sandwichs classiques. Pour réduire les consommations il faut au moins tabler sur du 100 mm pour les murs et au moins 120 mm pour le plafond. Si la chambre froide est construite en dur, il faut vérifier la qualité de l'isolation et du revêtement intérieur (traces d'humidité).
Accès et système de rangement	L'entrée de la chambre froide doit permettre l'utilisation d'un transpalette lorsque des quantités importantes sont à manipuler. En fait plus les transferts sont rapides moins les pertes de calories sont grandes.
Présence de lumière	Les dispositifs lumineux ne doivent pas ou peu émettre de chaleur et doivent être munis d'un détecteur de présence ou d'un témoin lumineux extérieur.
Dimensionnement du groupe froid	Il est difficile de savoir sans un calcul savant, si le dimensionnement est bon. Cependant il faut au moins connaître les volumes stockés, les fréquences d'ouverture, la période d'utilisation et la puissance du groupe. S'il est possible de comparer ces éléments avec la consommation du groupe et sa fréquence de fonctionnement, on obtient déjà des indices. Comme bien souvent il n'y a pas de compteur spécifique, il faut préconiser d'en installer un.

Cas concrets à travers l'utilisation quotidienne d'une chambre froide ?

De manière non exhaustive nous allons aborder certains problèmes que peuvent rencontrer les producteurs concernés dans l'utilisation quotidienne de ces chambres froides. L'objectif, à travers ces cas concrets est d'aborder le maximum de points clés qu'il est bon de prendre en compte pour la sécurité des personnes, pour éviter le plus possible les impacts négatifs sur l'environnement, pour maintenir de bonnes conditions de travail et pour ne pas faire de dépenses inutiles.

01

La chambre froide en maraîchage

Il est possible d'adapter son système de production pour une utilisation très réduite ou ponctuelle d'une chambre froide. Il est même possible dans des cas certes exceptionnels de s'en passer. Avec une organisation bien rodée de la commercialisation en vente directe, les légumes peuvent être conservés un temps très court à la ferme et ne pas nécessiter de stockage au froid. Le produit frais est cueilli et livré dans la foulée.

✓ Production maraîchère en zone de montagne (1200 m) dans les Alpes maritimes



Le meilleur moyen de ne pas consommer d'énergie pour conserver les légumes, c'est encore de ne pas utiliser de chambre froide !

Produire des légumes à 1200 m d'altitude impose de nombreuses contraintes agronomiques (fortes pentes sensibles à l'érosion) et climatiques (fortes gelées de printemps). Mais en plus le site est particulièrement isolé, la route s'arrête au hameau, ce qui complique la commercialisation des produits. Le bassin de consommation le plus proche se trouve à Grasse, (1h15 de route). Plusieurs modes de production et de commercialisation ont été envisagés par le producteur, pour au final aboutir à une solution qui fonctionne depuis de nombreuses années ; La production uniquement en plein champ est concentrée sur 6 à 8 mois et une livraison de paniers est réalisée sur une tournée bien programmée de 200 à 300 Kms. Cette tournée est associée à la livraison d'un grossiste et c'est l'occasion de transporter des fournitures pour l'exploitation. L'aller comme le retour n'est jamais effectué à vide. Dans cet exemple le premier poste de consommation de l'exploitation devient le gazoil du fait des contraintes géographiques. Les légumes sont stockés très temporairement dans une cave creusée à flanc de colline qui varie très peu en température et sans aucune dépense d'énergie...

✓ Production maraîchère dans la plaine de la Durance (Vaucluse)

Dans ce cas, le premier poste de consommation est l'électricité (44%). Elle a pour origine essentielle la chambre froide positive de 45m³, un ancien camion frigorifique reconverti.

Installer une chambre froide à l'intérieur d'un bâtiment et améliorer son efficacité.

Les unités extérieure et intérieure ont 30 ans d'âge avec une consommation annuelle estimée à 6300 kWh. Le coefficient d'efficacité frigorifique (COP froid) est très faible, de plus l'isolation de la chambre froide est sommaire (7 cm de polystyrène) avec une porte d'accès vétuste et peu étanche. En effet, celle-ci étant constituée de 2 vantaux battants en pvc souple, elle n'est ni isolée ni étanche à l'air. La conservation des produits nécessite une température de 7 à 9 °C, avec une variation saisonnière importante du fait de la quantité des produits entrant selon la saison. La faible isolation induit en plus des risques de gel des produits stockés en période hivernale.

► Plan d'action pour améliorer l'efficacité énergétique de la chambre froide

Le producteur a prévu de construire un nouveau bâtiment (lieu de vente, bureau, stockage marchandise et emballage) en brique mono mur et charpente bois avec une isolation en éco matériaux (chanvre). Installé une nouvelle chambre froide positive à l'intérieur du bâtiment s'est imposé comme une évidence pour améliorer son isolation, mais aussi pour faciliter les conditions de travail. La nouvelle chambre froide contient :

- Une isolation renforcée des parois pour une chambre froide de 45 m³. Le coût est d'environ 5000 HT.
- Des panneaux sandwichs de 100 mm (mousse polyuréthane et tôles laquées) ne sont pas la solution la plus écologique mais la moins onéreuse, la plus facile de mise en place et ayant le moins de contraintes sanitaires. Le montant indiqué ne comprend pas l'insertion de la chambre froide dans le nouveau bâtiment et l'isolation supplémentaire tout autour de la caisse.
- Un éclairage amélioré (lampe fluo compact peu émettrice de chaleur).
- Un nouveau groupe froid bien plus performant (compresseur, ventilateur évaporateur et condenseur haut rendement, régulateur programmable, sonde extérieure...). Il permettra d'économiser avec l'isolation renforcée (+ hangar isolé) plus de 50% d'énergie électrique, la puissance du groupe froid estimé par le frigoriste est de 2,15 Kw et coûte environ 4800€T.
- Une porte coulissante hermétique qui coûte environ 1200 €T
- Un compteur d'énergie pour moins de 180€T permet de suivre les consommations spécifiques de la nouvelle installation.

Une aide de 40 % a été accordée pour ces actions dans le cadre du programme AGIR
Frigoristes ayant réalisé les installations : FRIGO84 (isolations frigorifiques) à Cavillon et SERI FROID (installations frigorifiques) à Carpentras.



Les clés de réussite pour stocker ses légumes dans de bonnes conditions

L'abaissement de la température est l'élément primordial pour le maintien de la qualité des légumes après récolte. Le froid permet de réduire la respiration et la transpiration, et limite le développement des maladies physiologiques et parasitaires. Attention le froid peut aussi provoquer des désordres physiologiques indésirables : par exemple pour la pomme de terre, en dessous de 4 °C l'amidon se transforme en glucose et provoque un goût sucré ; la tomate se ramollit en dessous de 10 °C ; ou encore pour les concombres, courgettes aubergines et poivrons des taches brunes apparaissent en dessous de 7 °C. Les différentes espèces de légumes ont des exigences différentes en terme de température et d'hygrométrie, aussi dans l'idéal il ne faut pas les stocker ensemble. Ceci est d'autant plus vrai que certains légumes dégagent de l'éthylène (aubergine, melon, tomate) et peuvent ainsi provoquer la maturation accélérée et altérer la qualité commerciale d'autres espèces sensibles (amertume sur carotte, jaunissement sur chou, brocoli, concombre, épinard et haricots verts).

En savoir plus : **fiche de Catherine MAZOLLIER** – Référente bio PACA maraîchage – GRAB « La conservation des légumes après récolte » établie à l'occasion d'une visite sur notre réseau de fermes exemplaires.

✓ Production fruitière et maraîchère dans la patrie de Frédéric Mistral (13)

Le premier poste de consommation de l'exploitation est l'électricité (42% des consommations totales). Cette énergie sert à faire fonctionner le groupe froid d'une chambre froide de 317 m³ (11 200 KWh/an) et au pompage de l'eau d'irrigation (8 800 KWh/an).

La chambre froide de l'exploitation ne suffit pas à stocker l'ensemble des productions fruitières et maraîchères. Le reste des récoltes est stockées dans des chambres froides externes, louées à des tiers ; une chambre froide de 600 m³, principalement utilisé pour le stockage des fruits et une autre de 300 m³, plutôt utilisé pour le stockage des légumes. Le coût de ces locations est de 3500€ par an. Les moteurs de ces chambres froides sont vétustes (+ de 20 ans d'âge) et des problèmes de fuite de gaz ont été signalés. De plus elles sont situées à une dizaine de kilomètres aller retour. Le producteur envisage donc de construire 2 nouvelles chambres froides afin de pouvoir stocker l'ensemble des produits sur son exploitation, limitant ainsi le transport de ceux-ci. La capacité de ces nouvelles chambres froides doit être de l'ordre de 800m³, afin d'obtenir un ensemble de trois lieux de stockage correspondant aux besoins de l'exploitation : 1 chambre froide pouvant servir de SAS de pré refroidissement des fruits, avant entrée en chambre froide de stockage à plus long terme et servant de lieu de stockage pour les légumes, donc la chambre froide de 300m³ à 4°C qui existe déjà, 1 chambre froide positive de stockage à long terme des pommes de 400m³ à + 2°C, 1 chambre froide négative de stockage à long terme des poires de 400 m³ à - 1°C.

► Plan d'action pour améliorer l'efficacité énergétique de la chambre froide

Pour améliorer les conditions de travail et plus spécifiquement les difficultés liées au stockage des productions, tout en favorisant les économies d'énergies, une attention particulière a été apportée à la conception des nouvelles chambres froides :

- Nous avons envisagés la possibilité de mettre en place une installation innovante de « froid solaire » Utiliser la chaleur du soleil en plein été pour faire du froid est techniquement possible mais le coût est à l'heure actuelle encore trop prohibitif.
- Trouver la bonne configuration pour l'installation des nouvelles chambres froides est important pour limiter les échanges thermiques lors des nombreuses ouvertures, mais aussi pour organiser le stockage de manière optimum dans l'espace froid dédié.
- Plusieurs techniques de construction des chambres froides ont été étudiées allant d'un mode de construction dit « Léger », de type ossature bois et bardage isolé à un mode de construction dit « lourd », de type mur en maçonnerie et isolation extérieure, en passant par un assemblage de panneaux sandwich, habituellement employés en chambre froide sur le plan de l'efficacité thermique, mais d'une plus forte épaisseur apportant ainsi une sur isolation thermique.

Au final les chambres froides (2 X 434 m³) seront en panneaux sandwich sur isolé (100 mm en parois et 120 mm au plafond) pour un coût de 27 000€. Trois portes coulissantes iso thermiques coulissantes seront installées pour 7200€. Elles seront recouvertes d'une coquille en ossature et bardage bois pour les mettre à l'abri du soleil (coût 58 000 € pour une surface de 543 m²). Un couloir fermée permettra la circulation entre les chambres froides (voir schéma) sans perdre de place réfrigérée et en utilisant la première comme unité de pré refroidissement. Pour gérer au mieux l'utilisation des chambres froides chacune sera équipé d'un compteur d'énergie (275€/compteur). De plus le sol sera isolé pour éviter qu'il ne gèle et le plafond légèrement en pente pour limiter la formation de givre et le risque d'effondrement.

Une aide de 40 % a été accordée pour ces actions dans le cadre du programme AGIR
Frigoriste : « Froid contrôle » à ROGNONAS. Devis bâtiment bois : « INTRABOIS » à St Marcellin en Forez.

Les besoins en froid pour les élevages laitiers (bovins, ovins ou caprins) avec transformation fromagère peuvent se répartir en trois postes : le stockage du lait après la traite dans un tank à lait (de 4°C pour un lait destiné aux industries à 12°C pour un lait destiné à la fabrication de fromages), l'affinage en cave ou chambre froide positive à environ 12°C et nécessitant parfois une forte hygrométrie à 90%, la fromagerie comprenant les chambres froides type hâloir (8°C à 85% d'hygrométrie), séchoir (15°C à 70% d'hygrométrie), blocage (4°C à 80% d'hygrométrie) ou la pièce de fabrication à 18°C et 70% d'hygrométrie. Le taux d'humidité est un paramètre fondamental à prendre en compte dans la fabrication des fromages.

✓ Production laitière en bovins lait dans la vallée du Buech (Hautes Alpes)

Sur cette exploitation la consommation d'électricité représente également le 1er poste (31% des consommations totales soit 16 000 kWh) pour la production du lait (machine à traire), le stockage et la transformation du lait (tank à lait, chambres froides et chauffe eau).

A l'occasion du déménagement des locaux de l'exploitation, le producteur a choisi de construire un bâtiment regroupant la partie élevage avec une unité de séchage en grange des fourrages, la salle de traite, la fromagerie, la cave d'affinage bio climatique et la maison d'habitation. Nous ne traiterons pas ici les améliorations réalisées sur le tank à lait (pré refroidissement du lait). La fromagerie, en cours de construction, est conçu à partir d'éco matériaux : ossature bois, isolant en ouate de cellulose et de fibre de bois mise en oeuvre d'après les méthodes de construction basse consommation. Le bâtiment sera recouvert d'une toiture végétalisée afin de réduire les écarts thermiques en été. La cave d'affinage sera entièrement réalisée en matières recyclables provenant des filières bois (panneaux en fibre de bois) et verre (panneaux FOAMGLAS® - verre cellulaire composé de cellules de verre hermétiquement closes, cet isolant est étanche à l'air et à l'humidité, composé en partie de verre recyclé). Le bâtiment sera équipé d'une ventilation à double flux à haut rendement énergétique pour le renouvellement d'air.

Concevoir une fromagerie et une cave d'affinage « bio climatique ».



► A propos des apports passifs de calorie dans l'espace de production.

A noter que sur ce type de bâtiment les différents équipements sont considérés comme des apports passifs de calorie dans l'espace de production. Pour cela il faut que la construction respecte les normes d'étanchéité du standard BBC (Bâtiment Basse Consommation) soit 0,6 m³/heure.m². Dans ce cas il suffit d'un appoint électrique sur la VMC pour maintenir les locaux hors gel. La possibilité d'ajouter une batterie chauffante et/ou réfrigérante sur la centrale de ventilation permettra justement de répondre à ces besoins. Le bureau d'étude Fil d'air préconise un appareil du fabricant Zehnder Confosystem comme marque de référence en ce domaine. L'appareil possède une filtration de l'air, une sonde de gestion de l'humidité ainsi que la possibilité d'y adjoindre une programmation des températures. La création d'un puit provençal sur l'arrivée d'air de la fromagerie permettra de mieux réguler la température à l'intérieur du local. Il faut toutefois prévoir cette installation lors des travaux et parfaitement étudier son dimensionnement technique pour éviter tous problème de contamination bactérienne.

L'aide de 40 % a été accordée pour ces actions dans le cadre du programme AGIR

Coût de l'isolation 32 000€, devis de l'entreprise INTRADOSSE basé à MONTMAUR 05 400.

Référent de la fiche > Didier Jammes



Rejoignez l'IRAEE

pour agir collectivement en faveur de la transition énergétique et écologique en PACA



Rendez-vous sur www.jediagnostiquemaferme.com
pour suivre les actions et projets de l'IRAEE et pour
diagnostiquer votre ferme.

Contacts / Informations

Didier JAMMES - Bio de Provence Alpes Côte d'Azur

04 26 78 44 41 - didier.jammes@bio-provence.org

Thomas FOUANT - Chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône

04 42 23 86 72 - t.fouant@bouches-du-rhone.chambagri.fr

