

## MATERIAUX ET AMBIANCE DES CHAIS ET CUVIERS

Jean-Michel MARON – Chambre d'Agriculture de la Gironde – Service Vigne & Vin  
Mise à jour 16/07/04

### Contraintes et enjeux

La raison d'être d'un bâtiment vinicole est de maintenir le vin dans des conditions idéales de conservation, d'élevage et d'évolution, en le protégeant du rayonnement solaire l'été et en diminuant les déperditions thermiques l'hiver.

« Des températures trop élevées entraînent des déviations organoleptiques proportionnelles à l'élévation de température. Dans certains vins, au cours de l'élevage, on assiste à une augmentation des teneurs en acide acétique et parfois en acétate d'éthyle. Cette formation d'acide acétique est sous la dépendance de la température : nulle à 10°C, elle est d'autant plus importante que la température s'élève » (G. GUIMBERTEAU-VITI-5/91).

En revanche, les températures trop basses ralentissent l'évolution d'un vin ; entraînent des précipitations tartriques en bouteilles (<6°C) et, dans le cas de gel, il peut y avoir casse des bouteilles.

Dans les chais à barriques, une humidité trop faible entraîne une consommation plus importante, donc des pertes mais également une altération du produit. Elle entraîne également un dessèchement des barriques.

Si le chai à barriques est dans de bonnes conditions hygrothermiques (entre 80 et 95 % HR et entre 10 et 20 °C), la consommation ne doit pas dépasser 3.5% du volume par an.

Une humidité trop importante (>95 % HR) entraîne en revanche des condensations et les conséquences qui en résultent (détérioration des matériaux, développement de moisissures).

Dans un chai à bouteilles, un taux d'humidité trop important (>85 % HR) peut entraîner une détérioration des matériaux de stockage et de conditionnement (cartons, étiquettes, bouchons etc.). Un manque d'humidité peut entraîner un dessèchement des bouchons, une température élevée, des bouteilles couleuses.



Après 3 ans d'expérimentation, et dans l'attente de résultats plus précis, les fourchettes de conditions optimales semblent être les suivantes :

**\* Barriques ou foudres :**

Température maximum du vin :	16 à 20 °C - Suivant les opérations à pratiquer, le souhait du type d'évolution du vin. Dans tous les cas, les longs séjours au-dessus de 22°C entraînent des évolutions très rapides et accélère la « consume »
Température minimum du vin :	Suivant les opérations à pratiquer, le souhait du type d'évolution du vin. Dans tous les cas, supérieure à 0°C lorsqu'on veut éviter les précipitations tartriques.
Humidité relative de l'ambiance :	80 à 95 %

**\* Bouteilles :**

Température maximum du vin :	16 à 20 °C - Suivant les opérations à pratiquer, le souhait du type d'évolution du vin. Dans tous les cas, les longs séjours au-dessus de 22°C entraînent des évolutions très rapides et souvent néfastes pour les vins
Température minimum du vin :	Suivant le souhait du type d'évolution du vin. Eviter les températures trop basses pour éviter les précipitations en bouteilles (< 7°C).
Humidité relative de l'ambiance :	60 - 75 % (Eviter les condensations lors des renouvellements d'air)

**• Cuves :**

Température maximum du vin :	16 à 20 °C – Suivant les opérations à pratiquer, le souhait du type d'évolution du vin. Dans tous les cas, les longs séjours au-dessus de 22°C entraînent des évolutions très rapides et parfois néfastes pour les vins
Température minimum du vin :	Suivant les opérations à pratiquer, le souhait du type d'évolution du vin. Dans tous les cas, supérieure à 0°C lorsqu'on veut éviter les précipitations tartriques.
Humidité relative :	Influence faible (condensations éventuelles sur les parois des cuves).

## Les paramètres physiques intervenant dans le comportement d'un bâtiment

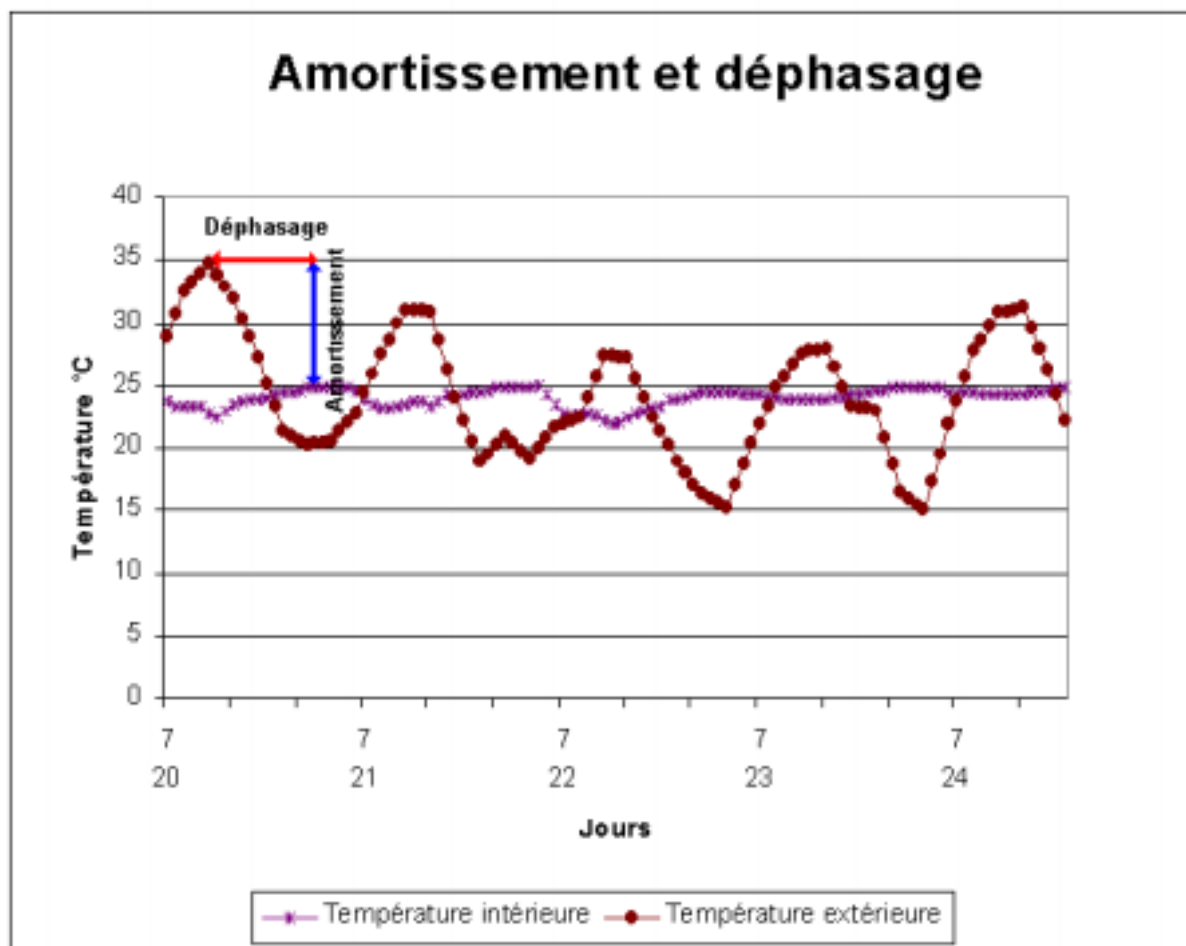
### Rappels :

Le déphasage (ou effet retardateur) est le décalage dans le temps entre l'évolution de la température extérieure et de la température intérieure.

L'amortissement (ou effet isolant) est le rapport de l'amplitude de la variation quotidienne de la température extérieure sur l'amplitude de la variation quotidienne de la température intérieure.

**Le déphasage et l'amortissement participent à l'inertie d'un matériau.**

Les propriétés hygroscopiques d'un matériau (perméabilité à l'eau ou à la vapeur d'eau) interviennent sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.



Le matériau de construction (s'il ne contient pas d'isolant) joue un rôle important sur le déphasage et assez variable sur l'amortissement (voir encadré).

Cette influence sur le déphasage est d'autant plus importante que le matériau a une masse volumique et une chaleur massique importantes (pierre, béton). Elle est aussi fonction de l'épaisseur.

Le matériau isolant joue, lui, un rôle important sur l'amortissement du bâtiment, et assez faible sur le déphasage.

### **Comparons plusieurs matériaux**

Exemple :

Prenons une laine de verre qui a une résistance thermique  $R = 2 \text{ m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$ , pour une épaisseur de 75 mm.

Comparativement pour la même résistance  $R$ , nous aurons pour d'autres isolants et matériaux de construction les épaisseurs suivantes :

Isolants :

7 mm d'isolant réfléchif \* (+30mm d'air)

**50 mm d'air**

**50 mm de mousse de polyuréthane**

**56 mm de polystyrène extrudé**

**88 mm de liège**

**94 mm de laine de roche**

**100 mm de chanvre minéralisé**

Matériaux de construction :

**260 mm de béton cellulaire (mv 450)**

**300 mm de brique type « Monomur »**

**400 mm de bloc d'argile expansé**

**760 mm de brique traditionnelle**

**1600 mm de bloc de parpaing béton**

**2100 mm de pierre ou moellon**

**3500 mm de béton plein**

**Cette résistance thermique peut également être obtenue par superposition de ces matériaux (murs composites).**

Source ADEME 1 (modifiée FDCEIOE)

Cette influence sur l'amortissement est d'autant plus importante que le matériau a une conductivité thermique  $\lambda$  faible (polystyrène, laine de verre, etc.).

Elle est aussi fonction de l'épaisseur  $e$

Ces deux caractéristiques permettent de définir la résistance thermique ( $R = e/\lambda$ ).

Un matériau isolant doit être choisi en fonction de ses performances mais également en fonction des caractéristiques suivantes :

- propriétés à l'eau et à la vapeur d'eau.
- réaction au feu.
- propriétés mécaniques, chimiques et phoniques.
- action des ténérions et des rongeurs.
- innocuité chimique par rapport au vin.

La certification ACERMI dont disposent certains matériaux garantit officiellement certaines performances annoncées par le constructeur.

*\* Attention : Les isolants minces réfléchifs (Actis, Isoméтал, etc.) qui utilisent le principe de la bouteille THERMOS (isolant réfléchif) ne disposent pas actuellement de la certification ACERMI.*

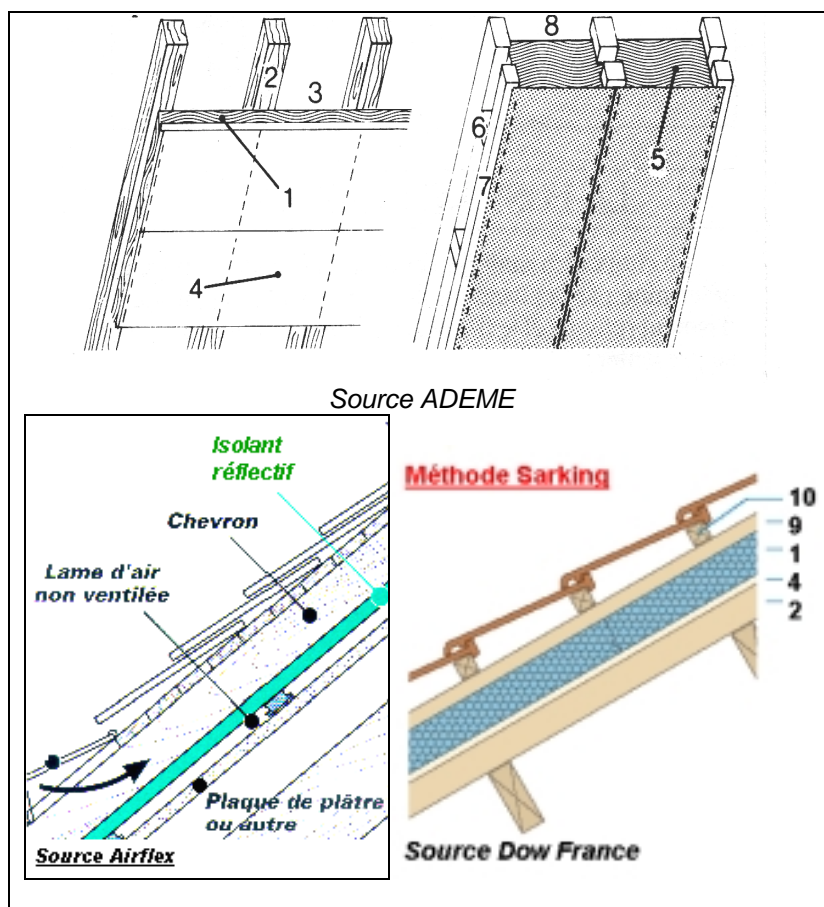
Pour la construction d'un bâtiment vinicole il est souhaitable de concilier aux mieux toutes ces caractéristiques pour obtenir l'ambiance la plus stable possible :

- Isolation de la toiture ou du plafond (Résistance thermique  $\geq 2.8 \text{ m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$ ).
- Murs épais et isolant (Résistance thermique  $\geq 2 \text{ m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$  et déphasage  $> 8 \text{ h}$ )

*Les matériaux naturels ont souvent des propriétés hygroscopiques (perméabilité) que n'ont pas les matériaux modernes (synthétiques ou minéraux). Des matériaux comme la pierre, le bois, le chanvre, la chaux répondent à un souci de « respiration du chai » difficilement mesurable mais très souvent perçu « physiquement » par le viticulteur.*

*Ces techniques de constructions naturelles sont en revanche souvent plus onéreuses et vont parfois à l'encontre des normes d'hygiène à mettre en place dans les chais.*

L'isolation de la toiture joue énormément sur l'amortissement mais également sur le déphasage, sachant que les transferts thermiques par la toiture représentent 60% des transferts totaux du bâtiment.



- 1 - Insulant synthétique
- 2 - Chevrons
- 3 - lame d'air
- 4 - Sous face
- 5 - Isolant minéral
- 6 - Taquets
- 7 - Lisses
- 8 - lame d'air
- 9 - Contre bois
- 10 - Liteaux

Il faut noter l'importance de la couche d'air ventilée entre la couverture et l'isolant sur l'efficacité et la salubrité de l'isolation.

Méthode Sarking : Isolation au-dessus des chevrons

**Attention :** En ce qui concerne les isolants réfléchissants, une couche d'air non ventilé de 20 mm minimum sur la face interne est indispensable pour l'efficacité de l'isolation.

En été, on a pu constater que dans certaines configurations de bâtiments (orientation nord, adossement à d'autres locaux), des combles ventilés de volumes importants permettent sans isolation d'atténuer les effets du rayonnement solaire et d'éliminer la chaleur.

De même un bâtiment de stockage de grande hauteur, avec une bonne ventilation en point haut (naturelle ou mécanique) et sans isolant (avec voliges et tuiles), élimine la chaleur par son gradient de température (la chaleur « monte » suivant l'effet cheminée).

Ces techniques « naturelles » ne permettent un stockage que sur la partie basse du bâtiment, occasionnant un volume perdu important.

La charge correcte d'un bâtiment (barriques, bouteilles, cuves) est également un facteur d'amortissement et d'inertie d'un bâtiment. Un local bien rempli est beaucoup plus stable en température qu'un bâtiment vide.

Des murs isolants (ou isolés) permettent de diminuer les transferts thermiques par cet élément qui peut représenter de 25% à 35% des transferts totaux du bâtiment.

Nous n'avons pas parlé ici de l'isolation du soubassement et du périmètre du bâtiment qui est, en principe, traitée à la construction (mise en place d'une isolation à l'intersection du soubassement et du sol).

Ce problème est bien résolu en enterrant légèrement le bâtiment (cas des chais semi ou au tiers enterrés).

## Renouvellement d'air et hygiène

Un renouvellement d'air évite un trop grand confinement du local et les problèmes qui en résultent :

- Développement de moisissures.
- Développement d'odeurs.
- Accumulation de la chaleur en été.
- Accumulation du CO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub> pendant les vinifications et l'élevage

Il a d'ailleurs été montré que certains composés (polychlorophénols en particulier) contenus dans des matériaux de construction ou de stockage et provenant de produits de traitements du bois pouvaient indirectement contaminer le vin (odeur de moisi).

Un local trop confiné et trop humide semble être le facteur déclenchant de cette contamination en favorisant la transformation de ces composés par l'intermédiaire de moisissures en polychloroanisoles malodorantes.

Il est indispensable, conjointement à l'élimination ou à l'isolement des sources de contamination, et à la destruction des moisissures, de prévoir des renouvellements d'air dans les bâtiments.

Les systèmes et les taux de renouvellement d'air à adopter dépendent de la structure et de la fonction du bâtiment :

- dans les locaux de stockage et d'élevage, éviter les taux trop importants entraînant des brassages violents (chocs thermiques, condensations, remise en suspension des lies, augmentation de la consommation pour les barriques) - (limite : 6 volumes/heure).
- Dans les locaux de vinification, on peut utiliser des taux plus importants (Élimination de CO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>, Élimination de l'humidité, augmentation du coefficient d'échange des cuves)

Ce renouvellement d'air doit être impérativement prévu, surtout dans un bâtiment isolé, et doit être privilégié pendant les heures les plus favorables (températures, humidité).

Des systèmes automatiques peuvent maintenant déclencher ces renouvellements d'air sans interventions humaines en fonction de mesures par capteurs de températures et d'humidité relative.

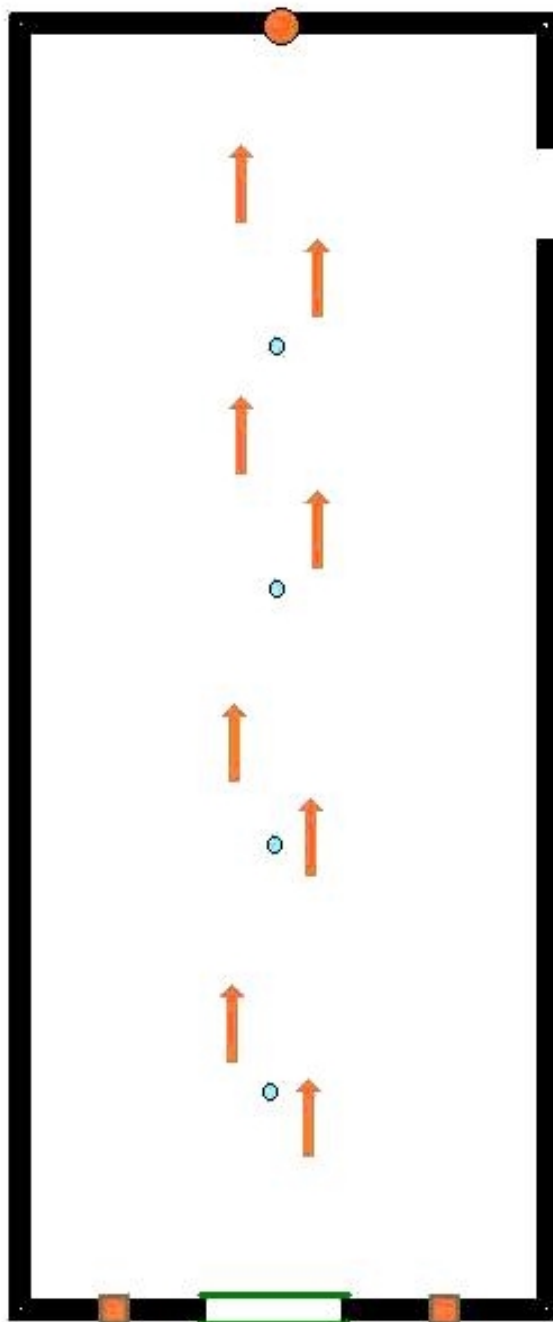
Des techniques de géothermie permettent d'améliorer à peu de frais l'efficacité thermique ou hydrique de ces ventilations (puisage d'air humide, puits canadiens).

En revanche, un renouvellement d'air incontrôlé, conséquent et permanent (fenêtres, portes et portails non isolés, orientés plein sud, étanchéité nulle ou insuffisante) a pour effet d'équilibrer la température intérieure avec la température extérieure, donc d'enlever toute efficacité à l'isolation du bâtiment et, pire, de faire pénétrer la chaleur qui s'évacuera mal à cause de cette isolation.

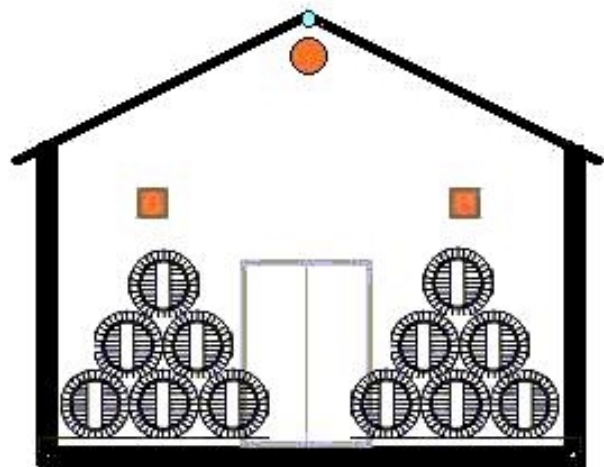
Enfin, concernant l'hygiène globale du bâtiment, les matériaux « nettoyables » sont à préconiser pour éviter l'imprégnation par des moisissures ou autres micro-organismes et en favoriser le nettoyage. D'autre part, l'air entrant doit être exempt de toute pollution chimique ou microbiologique.

(1) *Penser à faire vérifier régulièrement l'hygromètre et le thermomètre.*


Exemple de ventilation mécanique d'un chai à barriques



Double porte



**Légende**

			
Flux d'air	Extracteur	Grilles Entrée d'air	Ventilation naturelle

Ce schéma n'est en aucun cas un plan d'exécution. Il figure simplement des propositions de fonctionnement qui devront être reprises plus précisément par un architecte ou une entreprise

## **QUELQUES CONSIGNES GENERALES IMPORTANTES**

- **DES TRAVAUX D'ISOLATION MAL RÉALISÉS PEUVENT:**
  - Apporter plus de mal que de bien si on ne laisse pas de lame d'air entre isolant et toiture, sauf pour le polyuréthane projeté.
  - Perdre leur efficacité si l'isolant n'est pas mis en place correctement partout et s'il y a des poches d'air entre l'isolant et son support.
- **IL EST IMPORTANT DE :**
  - Faire le choix d'un matériau en fonction de ses qualités au moment de la pose, de la durabilité de ses qualités, de son innocuité par rapport au vin.
  - Comparer les prix à propriétés thermiques identiques.
  - Comparer également la tenue des propriétés dans le temps. Un matériau plus cher peut représenter un investissement à plus long terme.
- **IL N'Y A PAS DE SOLUTION PARFAITE :**

Il faut faire son choix en fonction des conditions particulières du bâtiment (orientation, emplacement, destination).
- **IL VAUT MIEUX** traiter l'ensemble des parois à isoler de manière homogène plutôt que d'être très performant sur une seule partie du bâtiment. Ceci permet d'obtenir une meilleure ambiance : homogénéité de température, diminution des effets de parois froides.
- **IL FAUT PRÉVOIR** une étroite collaboration viticulteurs - techniciens pour définir, pour chaque opération de travaux :
  - un descriptif détaillé
  - un suivi avant et après travaux.
- **IL FAUT TRAITER L'ENSEMBLE** des problèmes d'ambiance pour avoir une efficacité maximum (isolation - étanchéité - ventilation - régulation).

Source ADEME 2  
modifié CA33



## Traitement thermique des locaux

Un traitement thermique artificiel assure le complément frigorifique ou calorifique dans un bâtiment déjà correctement isolé. **Il ne s'impose que lorsqu'on désire respecter une température de consigne du vin impossible à atteindre naturellement.**

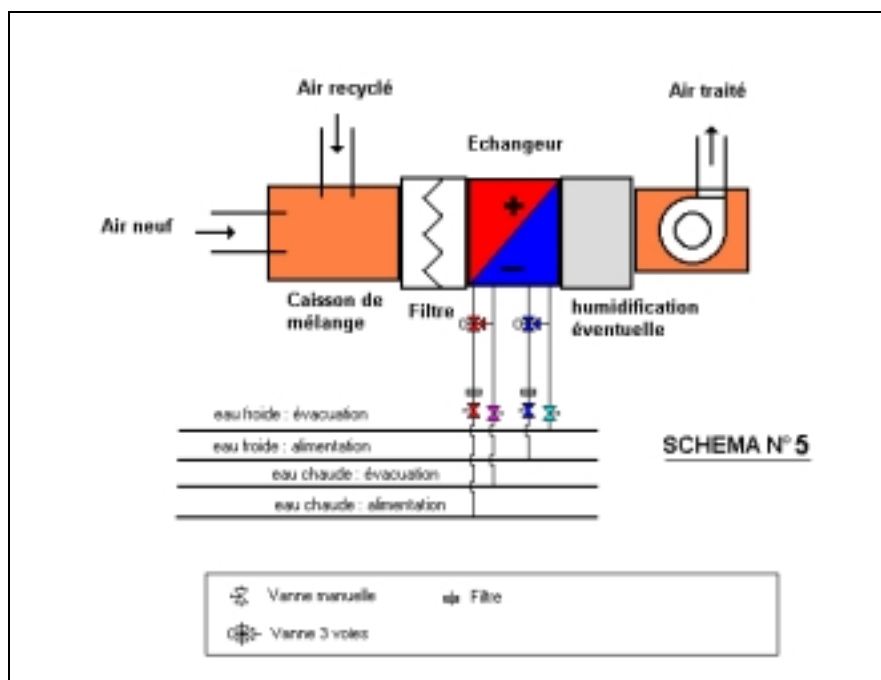
Toutefois, il est important de signaler, qu'en matière de refroidissement ou de chauffage, les systèmes de climatisations assurent également une déshumidification des locaux.

L'utilisation de ces appareils ne peut s'envisager dans des chais à barriques qu'après une étude sérieuse pour limiter ce phénomène :

- détente directe à température positive ou échangeurs à eau glacée pour élever la température du point de rosée
- taux du renouvellement d'air neuf contrôlé en fonction des conditions extérieures de températures et d'humidité (« free cooling »)
- diminution des débits d'air direct sur les barriques pour limiter l'évaporation par convection

Des CTA (Centrales de Traitement d'Air) couplées avec les productions d'eau glacée et les chaudières prévues pour les vinifications peuvent effectuer efficacement ce traitement thermique sans trop de déshumidification, mais avec des températures basses limitées à 18 °C.

Ces appareils doivent être surdimensionnées pour les chais à barriques afin de pouvoir travailler avec des régimes d'eau les plus haut possibles en refroidissement et des vitesses d'air les plus faibles possibles (variateurs de vitesse et vannes trois voies de régulation).



Il est également indispensable de prévoir un système de répartition de l'air adapté à la taille et à la configuration du local afin d'éviter les brassages trop importants dans de petits volumes (pour les mêmes raisons que pour le renouvellement d'air) ou insuffisants et mal répartis dans les volumes importants (où des gaines de répartition sont préconisées).

Les locaux trop secs peuvent être munis d'un appareil de ré-humidification (attention aux problèmes de contamination à partir d'eau stagnante ou de condensation due au mauvais mélange de l'eau et de l'air)\*.

\* Dans les chais à barriques ou les cuiviers bois climatisés le système d'humidification doit être placé in situ pour pouvoir obtenir des taux d'humidité relative >80% HR. L'humidification directe dans les gaines ou dans la CTA peut entraîner des condensations importantes

Toute mise en place d'un système de traitement d'air s'accompagne de la mise en place d'un plan de prévention des risques de pollution microbiologique et chimique (HACCP).

La présence d'eau résiduelle (gaines, bacs de condensation, bacs d'humidification, filtres) peut entraîner des développements bactériens dont la plus connue et la plus dangereuse pour l'homme est la légionellose.

Sans vouloir être alarmiste, il convient donc de faire vérifier régulièrement l'état de son installation.

La qualité de la régulation dépend également de la vérification du fonctionnement des capteurs (températures, humidité relative).

La qualité de l'eau introduite par le système d'humidification est tout aussi primordiale pour éviter tout risque de pollution chimique (chlore,...) et éviter l'entartrage. Des filtres et autres osmoseurs permettent d'obtenir à ces fins de l'eau quasiment pure.

Enfin, hormis pour la vapeur, la température de l'eau doit être la plus constante possible afin d'obtenir des tailles de gouttes identiques tout au long de l'année.

Il faut également attirer l'attention sur les risques potentiels d'un mauvais fonctionnement de ces systèmes (formation de moisissures) dans les chais contaminés aux pentachlorophénols (formation de polychloroanisoles)

## Conclusion

L'isolation et le traitement d'air des locaux ne doivent s'envisager qu'après une étude précise tenant compte du bâtiment (déjà existant ou à construire) et de ses caractéristiques, du type de stockage qui y sera effectué, ainsi que des conditions de température, d'humidité et de renouvellement d'air souhaitées.

Des solutions techniques sont d'ores et déjà disponibles pour répondre efficacement à ces besoins en ce qui concerne les matériaux de construction ou d'isolation, les systèmes de renouvellement, de traitement d'air et leur contrôle.

Toutefois, chaque cas étant particulier et compte tenu de la complexité et de la diversité des transferts hygro-thermiques, il semble dangereux de généraliser les solutions à adopter.

Il est donc fortement conseillé de faire réaliser un bilan thermique personnalisé des différents locaux à traiter.

Jean Michel MARON  
Chambre d'Agriculture de la Gironde

**Pour tout renseignement ou étude, veuillez contacter Jean Michel MARON au 05 56 35 58 70**