Chapitre
2.b : Toitures inclinées

Repère
2.b.2.JM.0

Titre fiche
Combles ventilés

Présentation du produit et contexte d'utilisation

La toiture est la principale surface de l'enveloppe exposée au soleil, et son exposition dure toute la journée contrairement à celle des murs. La qualité d'isolation en toiture est importante car les transferts en toiture représentent 60% des transferts totaux du bâtiment [3]. Les locaux sous toiture sont toujours plus inconfortables en raison des apports supplémentaires parvenant par cette voie. Plusieurs solutions permettent d'assurer une bonne isolation des toitures. Les combles ventilés en sont une. C'est un choix architectural qui peut se réaliser sous différentes formes, avec différents matériaux. Son principe de fonctionnement est décrit ci-dessous.

Bâtiments réalisés par BDM utilisant ce système :

- Château Dillon (chai à Barriques)
- Château Pouget (chais)
- Château Cos-Labory (chais)
- CéLIA Centre de Lasers Intense et Application- Université de Bordeaux I, (bâtiment de recherche)

Caractéristiques physiques

Composition (de l'intérieur vers l'extérieur)
(Voir coupe dans la présentation graphique)
Système généralement mis en œuvre avec des toitures inclinées, sur des bâtiments de plain pied.

Caractéristiques fonctionnelles

Principe de fonctionnement
Les combles ventilés fonctionnent comme un espace tampon qui évite le contact direct avec l'environnement extérieur, et donc limitent les échanges thermiques avec ce dernier. La ventilation des combles peut se faire par convection naturelle ou avec l'assistance d'une ventilation mécanique contrôlée.
Par convection naturelle, la hauteur du grenier détermine le débit de ventilation de son volume. Pour une différence de température donnée entre les combles et l'extérieur, le débit d'air de ventilation dû au phénomène de tirage variera en fonction de la hauteur existante entre les orifices d'entrée et de sortie d'air. L'intensité de la ventilation est plus faible si la pente du toit est moins prononcée.
L'utilisation d'une VMC permet une meilleure gestion de la ventilation des combles en fonction de leur volume et des conditions hygrométriques intérieures et extérieures.

- *Fonctionnement d'été :*

Le principe est d'assurer une ventilation mécanique des combles pour diminuer, voire supprimer à certains moments (inter-saison) les apports de température dûs au soleil par les plafonds. Il n'y a donc pas de surchauffe directe des plafonds et des volumes sous toiture.
La ventilation forcée est pilotée par le système de Gestion Technique Centralisée (GTC) du bâtiment reliée à des sondes de température et d'hygrométrie.

Dans le cas du CéLIA, les ventilateurs disposent de deux vitesses de fonctionnement permettant de graduer le débit de ventilation. Ces vitesses sont très faibles pour ne pas générer de niveaux de bruits importants et assurent un taux de brassage de 2 à 3 volume/heure (850m^3/heure). A l'opposé des ventilateurs, des entrées d'air sont positionnées sur toute la largeur du comble permettant le fonctionnement suivant en péridode chaude :

- Fonctionnement de nuit : mise en route des ventilateurs pour raffraichir le comble quand la température extérieure est plus basse que celle intérieure.
- Fonctionnement permanent du ventilateur lorsque le soleil est au pic afin de ne pas créer de tampon chaud au-dessus des bureaux.

- *Fonctionnement d'hiver :*

La masse d'air contenue dans les combles sert d'isolant pour conserver au maximum l'inertie intérieure du bâtiment. La ventilation

mécanique est arrêtée, et les arrivées d'air (types vantelles, chatières ou persiennes…) sont fermées. Ce réglage saisonnier de la ventilation nécessite une bonne étanchéité des lumières de ventilation et une bonne isolation à l'air du plafond.

Dans le cas du CéLIA, lorsque la température extérieure est basse, les ventilateurs sont donc arrêtés et les vantelles baissées afin de limiter la ventilation du comble. La masse d'air contenue dans le comble sert d'isolant pendant cette période.

Avis Mise en œuvre
Quelque soit le type de toiture mis en œuvre, que le volume du comble soit totalement isolé ou non, l'isolant thermique dans le plancher du comble est indispensable.

Avis Réglementation / Sécurité / Incendie / ERP
Selon les matériaux mis en œuvre pour la réalisation des combles

Confort et Energie

Thermique
Combles isolés thermiquement, associés à des bâtiments à forte inertie (murs épais et lourds, isolés thermiquement).
Résistance thermique recherchée en plafond pour les bâtiments viticoles : R ≥ 2.8m².K/W (3)

Températures mesurées en °C du 25 février 2003 au 15 février 2004 dans un chai avec combles ventilés et murs monomur 37cm dans une étude réalisée par Matévi France(2)

Moy.	Min.	Max.	%Nb d'heures où				2 x écarts-types		
(°C)			T>16°C	T>18°C	T>20°C	T>22°C	heures	jours	décades
15,52	9,79	23,63	41,28	33,87	17,27	3,29	0,32	0,78	7,68

Ces mesures ont été effectuées toutes les heures par des capteurs installés dans le bâtiment étudié.
Rappel : l'été 2003 s'est distingué par ses températures caniculaires. Malgré cela on note que les températures dans ce chai sont restées stables. Elles sont restées dans des valeurs raisonnables et ce, sans climatisation, uniquement avec une ventilation contrôlée à partir de la température et de l'humidité relative. Le chai a subi uniquement les variations saisonnières. (2)

Acoustique
Il faut prêter une attention particulière aux caractéristiques des ventilateurs afin de ne pas générer une source de nuisance acoustique. En conséquence, on choisira des ventilateurs très basse vitesse (haut rendement et faible débit).

Visuel
Sans objet

Olfactif
Sans objet

Approche financière

Investissement (tarifs donnés à titre indicatif)
Confort d'été important avec un investissement financier moindre par rapport à un système de climatisation. Les puissances à installer et l'énergie consommée sont réduites pour un meilleur respect de l'environnement.

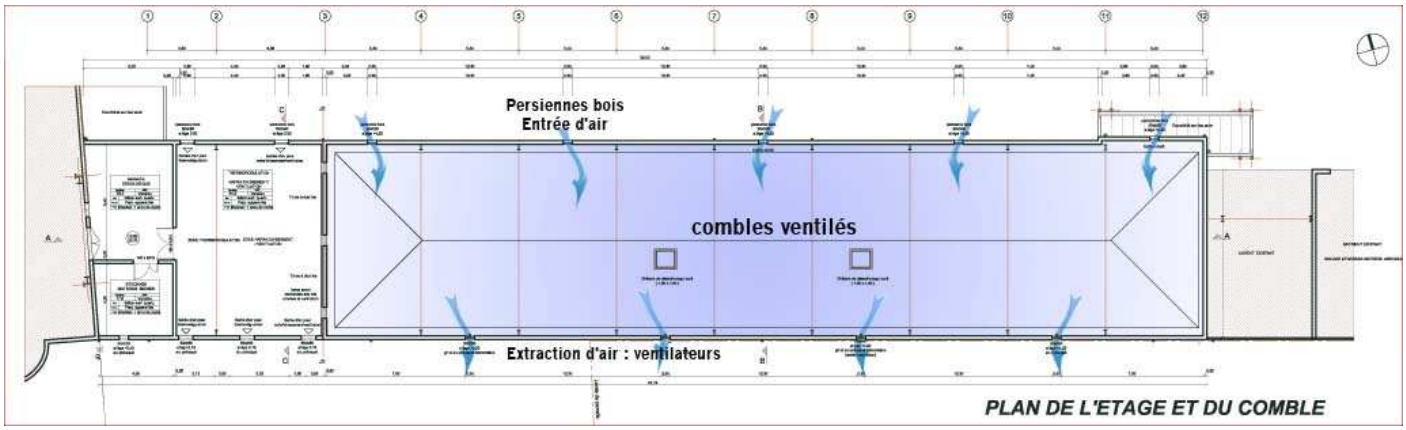
Mise en œuvre

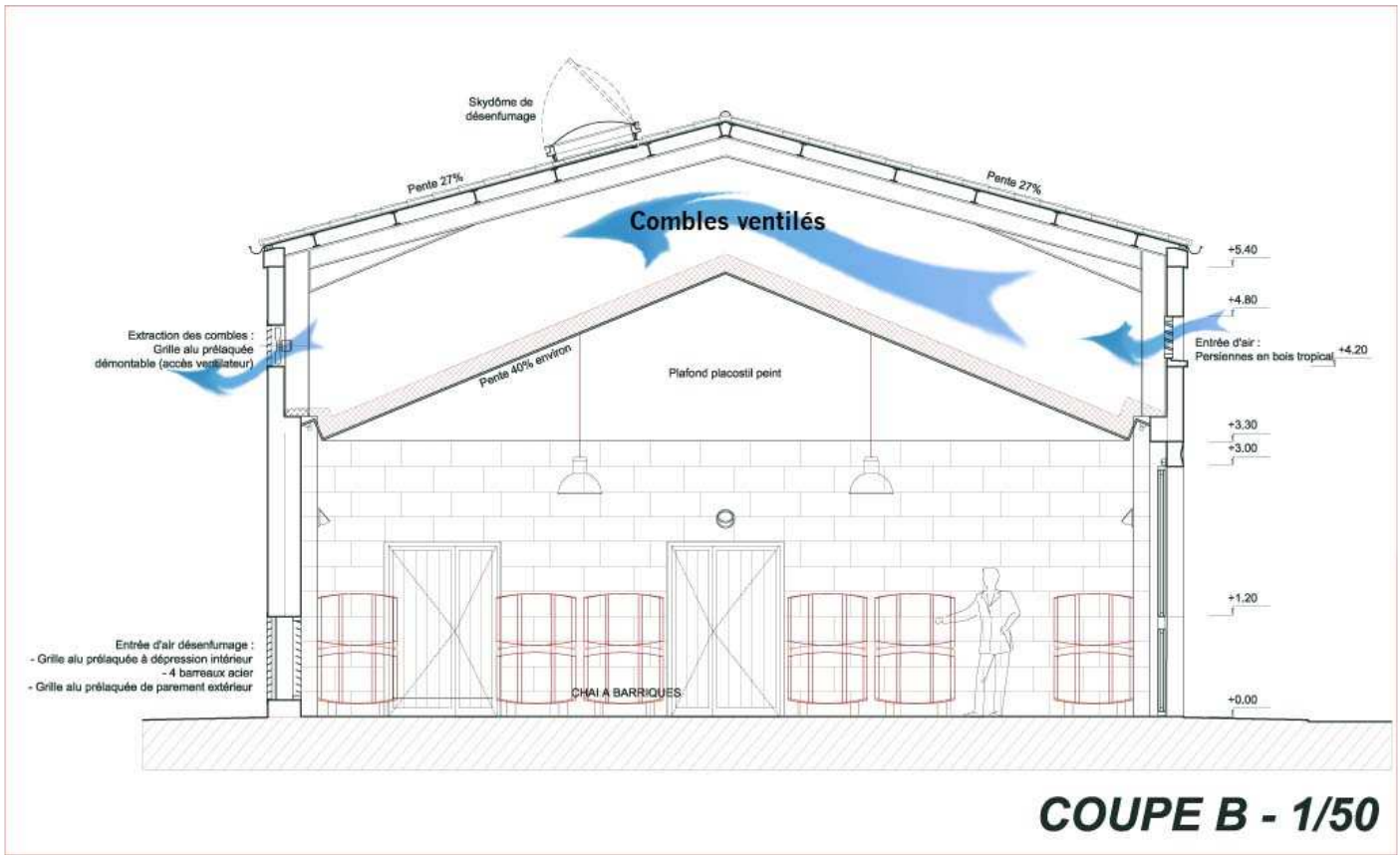
Entretien
Une attention particulière sera portée sur le système de ventilation. Le choix d'un groupe de ventilation économe à l'exploitation est important car :

- Plus de 50 % de la consommation électrique d'un système de ventilation mécanique sert à compenser les pertes de l'ensemble moteur-transmission-ventilateur.
- En un an, la consommation électrique d'un ventilateur peut avoir un coût équivalent à son prix d'achat. (http://energie.wallonie.be/energieplus/script.htm)

Coûts annuels estimatifs (HT) pour l'entretien : Identique à une VMC classique.

Présentation graphique





Coupe sur le chai à barriques de Château Dillon

Caractéristiques environnementales

Origine des produits (naturelle, synthétique, recyclage)

Caractéristiques sanitaires et santé (micro-organisme, émission COV, radioactivité, fibres…)
L'utilisation des combles ventilés permet d'éviter les risques de développement de bactéries, (salmonelles, etc.,) qui sont toujours présents dans un système de climatisation.
La ventilation des combles permet de lutter contre l'humidité qui s'infiltre à l'intérieur des bâtiments via l'air ou la vapeur. Ce qui limite les désordres et pathologies du bâtiment liés à cette humidité. (5)

Eléments d'ACV (contexte local, recyclage)

Nuisances (emballage, déconstruction, déchets, types de déchets)
Selon les matériaux mis en œuvre pour la réalisation des combles

Entretien Maintenance

Vérification et remplacement des sondes. Entretien des ventilateurs identique à celui d'une VMC classique.

Conclusions

Système permettant de limiter les besoins énergétiques pour le rafraîchissement en été, comparé aux besoins énergétiques d'un système de climatisation.
Méthode préventive qui permet de limiter, voir de supprimer l'utilisation de la climatisation et des risques qu'elle amène : déshumidification importante des locaux, développement de bactéries (salmonelles, légionelles.) dans les eaux résiduelles des gaines, des bacs de condensation, etc. Elle est de fait moins coûteuse en entretien.

Pour des bâtiments viticoles, « dans certaines conditions, (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 » (3)

Associé à une bonne inertie thermique de l'ensemble du bâtiment et à une bonne ventilation, ce système de combles ventilés permet d'absorber efficacement les écarts de température et d'humidité. Il assure une ambiance thermique stable à l'intérieur des locaux.

Bibliographie

- www.matevi-france.com : banque de données des matériels viti-vinicoles.
  - Documents PDF : (1) « stockage et élevage des vins, la climatisation : ses atouts et ses limites », Jean Michel Maron
  - (2) « stockage et élevage des vins en vrac en 2003 : influences des bâtiments et des techniques climatiques », Jean Michel Maron, Jean Christophe Crachereau et Muriel Vincent
  - (3) « matériaux et ambiances des chais et cuviers », Jean Michel Maron
- http://irc.nrc-cnrc.gc.ca : « Digest de la construction au Canada »
  - (4) CBD – 181 – F « rétrécissement des membranes bitumeuses », R.G. Turenne, mars 1977
  - (5) CBD – 73 – F « Lutte contre l'humidité et conception des toitures », G.O. Handegord, novembre 1967
- http://www.festivals.cr-paca.fr/statics/terremer/pdf/fiche3.pdf