

De nombreuses affirmations empiriques circulent sur les conditions de conservations des vins et leurs effets sur la qualité des vins. Aussi depuis 2000, la Chambre d'Agriculture de la Gironde a mis en place une étude pour observer et mesurer scientifiquement cette influence.

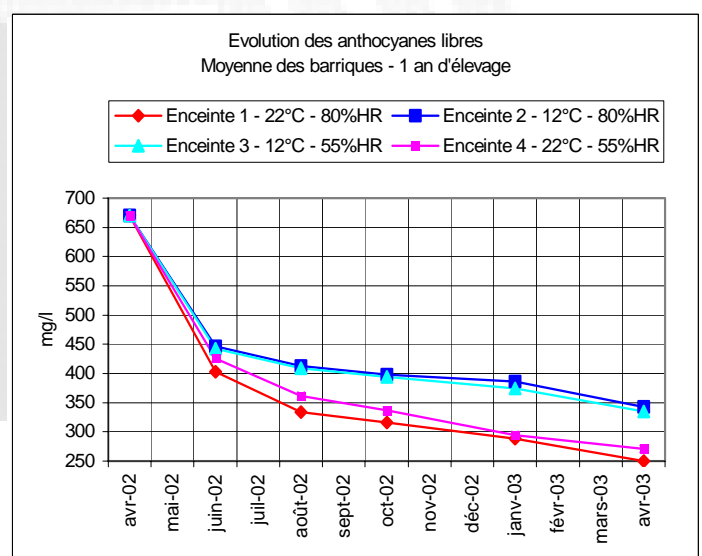
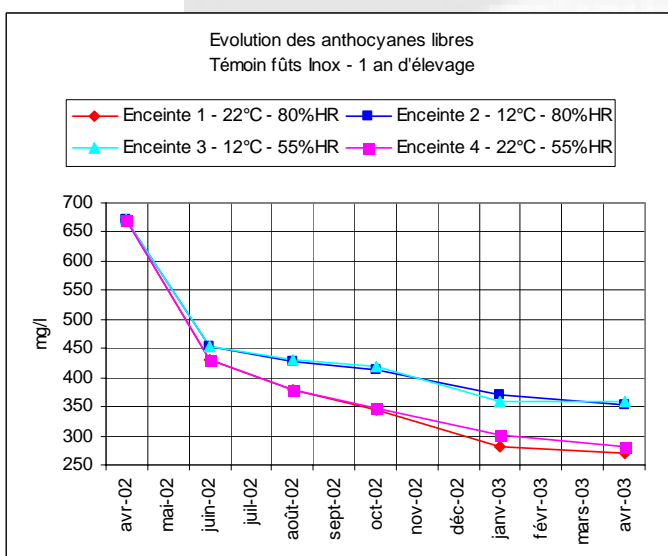
De nombreuses mesures (température, hygrométrie) ont été réalisées dans différents types de chai en Gironde, suivies sur plusieurs millésimes. D'autre part, des observations précises de l'évolution qualitative des vins ont pu être effectuées dans des enceintes climatiques, situées sur le site expérimental de Rauzan, dont l'ambiance est totalement maîtrisable. Cette étude a bénéficié du soutien du Conseil Régional d'Aquitaine, de Viniflor et du CIVB.

Cet article fait le point sur l'avancée des ces travaux, les résultats obtenus et les préconisations à prendre en compte à ce jour.



Les fortes températures font chuter les teneurs en anthocyanes

Des mesures réalisées en enceintes climatiques (Graphes 1 et 2) permettent de connaître plus précisément l'évolution de certains paramètres en fonction de la température et de l'humidité relative.



Graphes 1 et 2

Nous observons dans tous les cas une baisse de la teneur en anthocyanes libres qui peut être liée à la combinaison avec les tanins (stabilisation des anthocyanes) ou à une dégradation oxydative ou précipitation sous forme colloïdale (matière colorante instable).

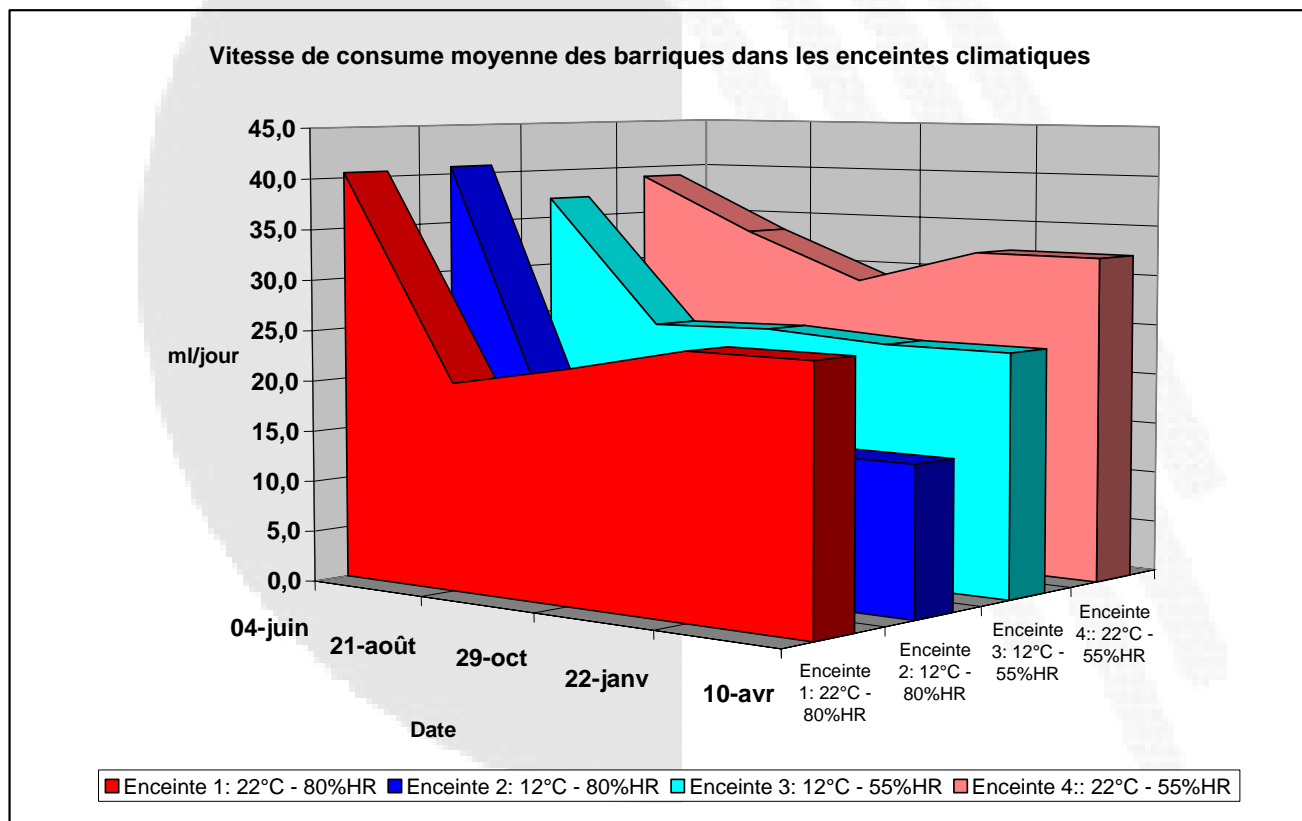
Nous observons clairement l'effet des températures élevées sur cette chute d'anthocyanes à la fois dans les barriques et dans les fûts inox. L'effet des conditions oxydantes ne semble pas important (teneurs finales proches entre les barriques et les fûts inox). L'humidité relative joue également très peu sur les teneurs en anthocyanes.

Cette perte d'anthocyanes a une incidence sur la couleur qui devient moins intense et plus évoluée.

Les consumes des barriques peuvent être maîtrisés*

Des relevés bimestriels des ouillages ont été réalisés. Ils permettent une estimation des vitesses de consume réelles liées à l'évaporation en fonction des conditions de température et d'humidité relative. D'autre part, ils mettent en évidence :

- le régime transitoire de la phase d'imprégnation-évaporation après entonnage (période du mois d'avril au mois de juin)
- le régime permanent de la phase d'évaporation seule (période de juin à avril).



CONSUME ANNUELLE PAR ENCEINTE

1 : 4.2 %

2 : 2.9 %

3 : 4.2 %

4 : 5.3 %

Graphe 3



Service Vigne & Vin

Article de la Chambre d'Agriculture de la Gironde

Raisonner et maîtriser ses conditions d'élevage et de conservation

Brèves n° 18 – avril 2007
Date du document : 16.04.07
Page : 3 / 11

Logiquement, la température et l'humidité conditionnent très nettement le niveau de consume des barriques (graphe 3). Nos travaux de modélisation ont montré, 2 années de suite que pour un lot homogène de barriques, la consume augmentait avec les températures hautes et diminuait avec les fortes humidités relatives.

Il en ressort qu'une augmentation de température moyenne sur l'année d'un degré Celsius peut être compensée par une augmentation d'humidité relative moyenne de 3%.

L'effet de la température et de l'humidité est d'autant plus important que la porosité de la barrique sera forte.

Ce niveau de consume est corrélé à la pénétration d'oxygène dans les barriques qui augmente nettement les risques d'élévation de l'acidité volatile si la température est trop élevée et le niveau de SO₂ libre bas.

* Barriques identiques de 2 vins

Les consumes fortes accentuent les risques d'augmentation de l'acidité volatile.

Les acidités volatiles des fûts inox restent basses dans toutes les enceintes. Dans les barriques, nous observons des évolutions plus marquées liées à la fois à l'effet de la température et de l'oxygénation liée au niveau de consume. Ainsi, l'enceinte 2 à basse température et faible consume (donc faible apport d'oxygène) est défavorable au développement des bactéries acétiques et donc à l'augmentation d'acidité volatile. Dans les autres enceintes, il semble que le niveau de pénétration d'oxygène supérieur explique l'acidité volatile plus forte (même dans l'enceinte 3 qui conservait une température fraîche).

L'arôme boisé est supérieur dans les vins élevés à plus haute température

Suite aux résultats de dégustation qui montraient une forte différence au niveau du caractère boisé des vins élevés en barriques dans les enceintes, nous avons fait analyser les composés du bois pour les quatre vins, à savoir : la whisky lactone, l'eugénol, et la vanilline.

Les valeurs passent quasiment du simple au double. Les hautes températures favorisent la vitesse de libération des composés du bois de la barrique dans le vin. De plus, les concentrations des trois composés augmentent dans les mêmes proportions ce qui ne modifie pas l'équilibre aromatique du vin.

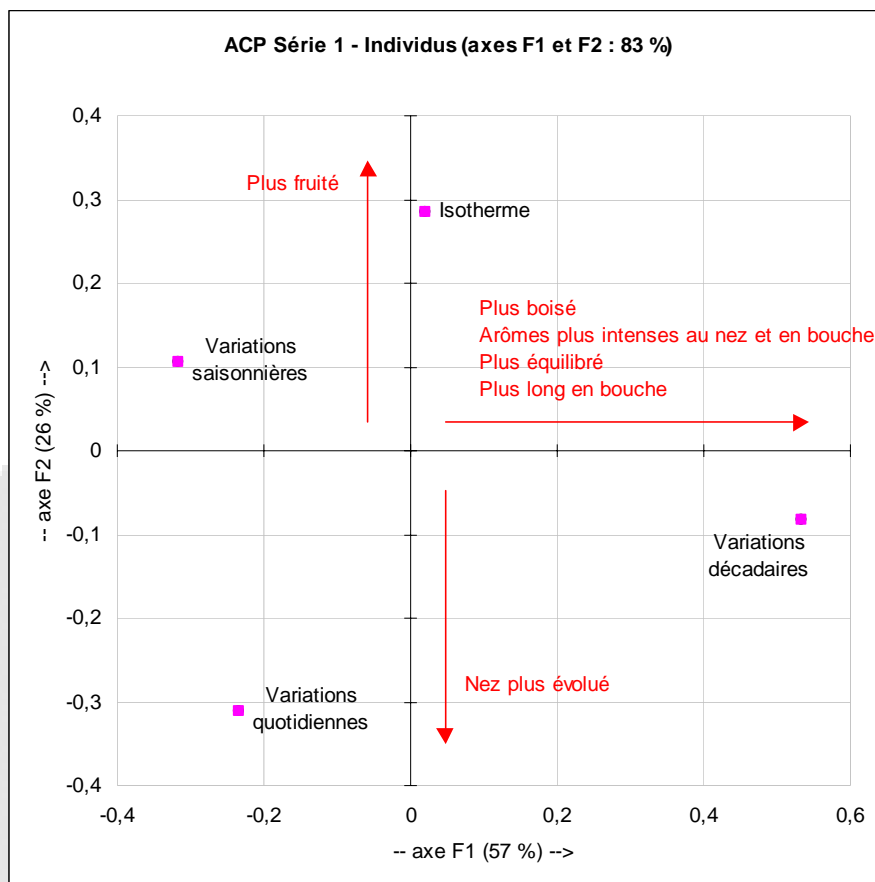
Les variations brutales favorisent l'évolution

Nous avons mesuré dans nos enceintes climatiques, l'effet d'une fréquence et d'une amplitude importante des variations d'ambiance sur l'évolution d'un vin de bordeaux.

Outre une consume annuelle de plus de 4%, ce genre de conditions que l'on retrouve dans des chais à faible inertie thermique (voir plus loin) entraîne une évolution accélérée du produit pouvant le rendre plus rapidement appréciable par le consommateur.

Attention, tout comme avec l'élevage à température moyenne élevée, ces caractères flatteurs disparaissent assez vite des vins, et après 3 ans, ces vins vieillissent prématurément.

Pour conserver la fraîcheur et le fruit, il est donc préférable de disposer de conditions les plus stables possibles. Les variations de type décadaire suivant l'évolution du climat extérieur en amortissant les variations quotidiennes entraînent une lente évolution vers les arômes boisés tout en conservant l'équilibre du vin (graphe 4).



Graph 4

Comment maîtriser le climat de son chai ?

Comportement hygrothermique d'un bâtiment d'élevage ou de stockage

Le matériau de construction et l'isolant ont des rôles très importants sur l'isolation et l'inertie thermique du bâtiment.

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 ténébrions et des rongeurs.
- innocuité chimique par rapport au vin.

La certification ACERMI du CSTB dont disposent certains matériaux garantit officiellement les performances annoncées par le constructeur.



Service Vigne & Vin

Article de la Chambre d'Agriculture de la Gironde

Raisonner et maîtriser ses conditions d'élevage et de conservation

Brèves n° 18 – avril 2007
Date du document : 16.04.07
Page : 5 / 11

Pour la construction d'un bâtiment d'élevage ou de stockage, 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 $\geq 2.8 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$).
- Murs épais et isolant (Résistance thermique $\geq 2 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$ et déphasage $> 8 \text{ h}$)

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 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 en toiture (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. Un local bien rempli est beaucoup plus stable en température qu'un bâtiment vide.

Pour les locaux à ouverture fréquente (bouteillers, visites de chai etc..), il est fortement conseillé de prévoir des sas d'entrée, afin de « tamponner » les infiltrations d'air occasionnées par l'ouverture des portes.

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 sous l'isolant en été.
- Accumulation du CO₂ et SO₂ pendant les vinifications et l'élevage

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). Nos essais ont montré qu'il ne fallait pas dépasser des vitesses de circulation d'air de 0.1 m/s autour des barriques.
- Dans les cuiviers de vinification, on peut utiliser des taux plus importants (Elimination de CO₂ et SO₂, Elimination 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 (« free cooling »).

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).



Service Vigne & Vin

Article de la Chambre d'Agriculture de la Gironde

Raisonner et maîtriser ses conditions d'élevage et de conservation

Brèves n° 18 – avril 2007
Date du document : 16.04.07
Page : 6 / 11

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.

Traitement thermique des locaux d'élevage des vins

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.**

Les taux de brassage 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). Nos essais ont montré qu'il ne fallait pas dépasser des vitesses de circulation d'air de 0.1 m/s autour des barriques.

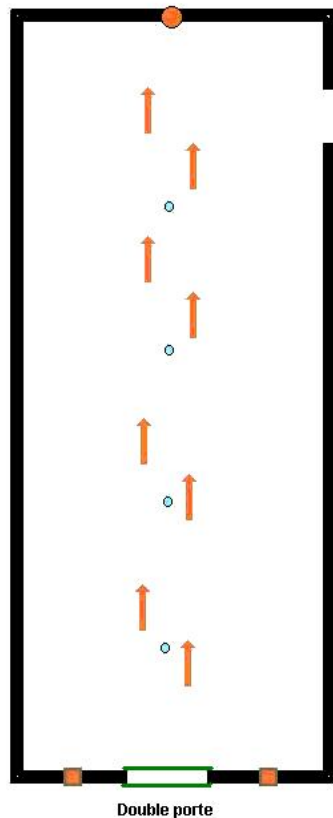
Toutefois, il est important de signaler, qu'en matière de refroidissement ou de chauffage, les systèmes de climatisations assurent également une déshumidification des locaux.

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).

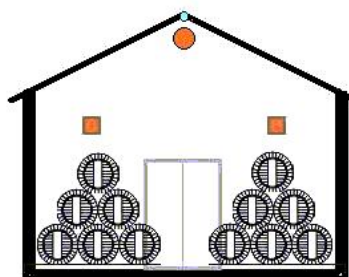
La présence d'eau résiduelle (gaines, bacs de condensation, bacs d'humidification, filtres) peut entraîner des développements bactériens dont la plus connue et la plus dangereuse pour l'homme est la légionellose.

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).



Exemple de
ventilation mécanique
d'un chai à barriques



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

Humidifier si nécessaire

Comme nous l'avons constaté lors de nos mesures sur site, certains chais disposant d'une inertie thermique importante régulent naturellement et de manière satisfaisante leur taux d'humidité (cas des chais en pierre, moellons ou monomur) et lorsque les renouvellements d'air sont maîtrisés (voir paragraphe renouvellement d'air).

Ces bâtiments permettent de ne pas dépasser un taux d'évaporation annuel de 4% soit 9 l/an/barrique (HR moyen annuel 80 % - T moyen annuel 15°C).

Un système d'humidification ne s'impose que lorsqu'on dépasse sensiblement ce taux d'évaporation.

Les essais menés actuellement sur 2 systèmes d'humidification montrent que ces taux peuvent être ramenés entre 3 et 3.5% dans des chais climatisés (7 l/an/barrique).

Plus on s'écarte de cette valeur, plus ces appareils deviennent intéressants à la fois sur le plan de la consommation que de la qualité de l'élevage.

Le graphe 5 (valable pour la région Aquitaine) permet d'estimer dans quelle catégorie on se trouve et s'il est nécessaire de s'équiper en climatisation et humidification.

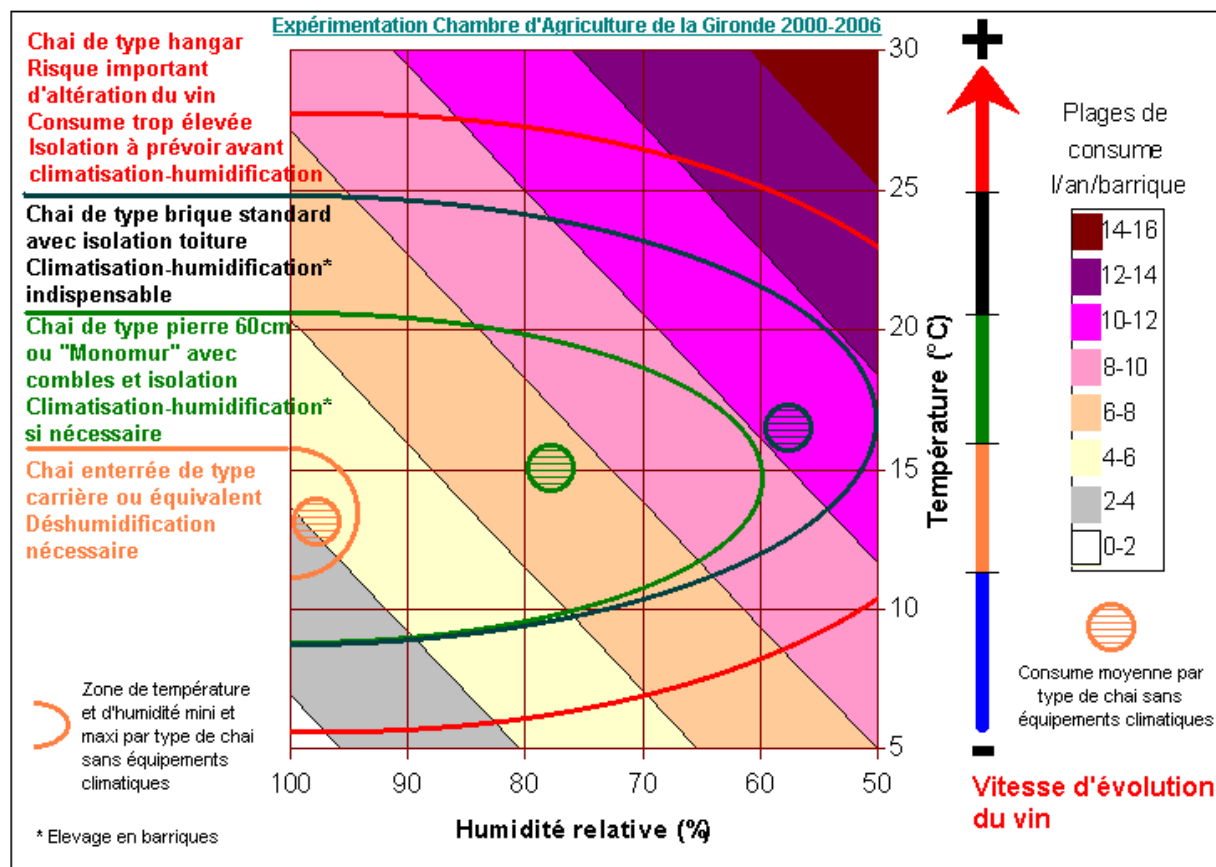
Il peut se compléter par une mesure régulière (enregistrement) sur une année, à la fois de votre consume et des paramètres hygrothermique de votre chai.

Des enregistreurs de température et d'humidité fiables sont disponibles sur le marché à des coûts très abordables (Ex : 300 € HT avec logiciel de récupération des données)

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 halophénols (formation de haloanisoles)



Graphe 5



Service Vigne & Vin

Article de la Chambre d'Agriculture de la Gironde

Raisonner et maîtriser ses conditions d'élevage et de conservation

Brèves n° 18 – avril 2007
Date du document : 16.04.07
Page : 9 / 11

Bilan thermique et hydrique

La puissance ou les débits des appareils de traitement d'air ne peuvent être calculés qu'après avoir réalisé un bilan thermique précis du local à traiter.

Ce bilan thermique doit tenir compte des paramètres suivants :

- les matériaux (Masse volumique, conductivité thermique, épaisseur)
- les taux de renouvellement d'air et des infiltrations parasites
- le taux de remplissage du local (barriques, bouteilles, cuves)
- les conditions souhaitées en température et taux d'humidité relative
- les apports thermiques ou hydriques éventuels et quantifiables (visites fréquentes, éclairages, murs humides ou chauds, etc.)

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 ou d'élevage 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 et de traitement d'air et leur contrôle.

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

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

Les travaux réalisés nous ont permis de mesurer l'impact des conditions d'ambiance sur les vins. Du contrôle de ces conditions découlera l'obtention du produit final après son élevage ou son stockage qui peut durer plus d'un an.

Le choix d'un type de bâtiment ou d'une technique climatique peut, d'ores et déjà, être considéré comme un outil aussi important qu'une maîtrise des températures pendant les vinifications.

Tous ces résultats sont issus de travaux d'expérimentation soutenus par le Conseil Régional d'Aquitaine, l'Onivins et le CIVB.

Les résultats détaillés de ces études seront progressivement disponibles sur le site www.matevi-france.com à la rubrique « Expérimentations »



Service Vigne & Vin

Un exemple concret : Optimisation d'un bâtiment existant

1^{ère} étape : état des lieux :

Il s'agit d'un chai à barriques neuf, semi-enterré, isolé en double peau (Tôle+laine de roche). Il a été observé un niveau de consume important sur l'ensemble du parc de barriques. Il a été également observé, des consumes et des acidités volatiles particulièrement élevées surtout pour les barriques situées à proximité de la porte d'entrée principale.

2^{ème} étape : Définition des objectifs au niveau de l'évolution du vin (par ordre de priorité) :

- Avoir un maximum d'arôme boisé
- Limiter au maximum la consume
- Limiter les risques d'augmentation d'acidité volatile
- Assurer une homogénéité de l'ambiance

Pour atteindre cet objectif il faudra :

- Maintenir une température moyenne annuelle assez importante (pour maximiser l'arôme boisé)
- Augmenter l'humidité relative (pour compenser l'élévation de la température au niveau de la consume et donc limiter également les risques d'augmentation de l'acidité volatile)
- Limiter les courants d'air à proximité des ouvertures

3^{ème} étape : Choix des équipements adéquats :

- Utiliser une climatisation avec une consigne relativement haute pour écrêter uniquement les températures extrêmes en été.
- Humidifier l'ambiance de manière à maintenir une humidité relative élevée (sans atteindre toutefois un niveau favorisant le développement des moisissures)
- Renouveler régulièrement l'air du chai pour éviter le confinement
- Mettre en place un SAS de protection entre la porte et les barriques

4^{ème} étape : Etablissement du bilan hygro-thermique et énergétique du bâtiment en tenant compte de ces objectifs pour dimensionner les différents équipements.

*Cet exemple est un cas particulier qui ne peut en aucun cas s'extrapoler à chaque chai. Une étude personnalisée peut être réalisée par la Chambre d'Agriculture de la Gironde.
Contact : Jean-Michel Maron (05.56.35.58.70)*



Service Vigne & Vin

Article de la Chambre d'Agriculture de la Gironde

Raisonner et maîtriser ses conditions d'élevage et de conservation

Brèves n° 18 – avril 2007
Date du document : 16.04.07
Page : 11 / 11

Résumé : Raisonner et maîtriser ses conditions d'élevage et de conservation

Depuis 2000, la chambre d'Agriculture travaille sur une étude approfondie de l'influence des conditions d'élevage et de conservation sur la qualité et l'évolution des vins. Cette étude, menée sur 6 chais de caractéristiques différentes et sur 4 enceintes climatiques entièrement contrôlées, a permis de mettre en évidence les phénomènes principaux liés aux conditions d'ambiance. Elle permet également de classer les différents cas de figure rencontrés et de proposer des solutions techniques pour mieux maîtriser cette étape d'une importance capitale pour les vins

Mots clés :

CONSERVATION DES VINS/ELEVAGE DU VIN/TEMPERATURE DES CHAIS/
AMBIANCE DE CHAI/DEGUSTATION/ENCEINTE CLIMATIQUE/
VIN ROUGE/EXPERIMENTATION/CONSUME/ANTHOCYANE/BARRIQUE/
RESULTATS ANALYTIQUE/ELEVAGE EN BARRIQUE/BATIMENT VITI-VINICOLE/HUMIDITE/
MATERIEL D'HUMIDIFICATION/MATERIEL DE CLIMATISATION

Jean Christophe CRACHEREAU et Jean-Michel MARON

Service Vigne et Vin Chambre d'Agriculture de la Gironde

Odette BAYLE (ENITA Bordeaux)

Aline MARTIN (ENSA Montpellier)

Muriel VINCENT (INSFA Rennes)

Copyright MatéVi. Toute reproduction totale ou partielle des contenus est strictement interdite. Pour pouvoir les diffuser, contactez-nous.