



1. INTRODUCTION

Depuis plusieurs années maintenant, la maîtrise des températures de vinification est devenue un outil incontournable pour produire des vins de qualité, permettant au vinificateur d'élaborer des produits aux caractères reproductibles quel que soit le climat extérieur.

Le bilan thermique est l'évaluation des puissances en chaud et en froid, cuve par cuve, jour par jour, nécessaires pour respecter annuellement les meilleures conditions thermiques choisies par le vinificateur pour chaque opération œnologique.

Ces puissances à installer peuvent être très variables d'un chai à un autre et dépendent de très nombreux facteurs :

- Type de raisin : blanc, rouge ou les deux
- Opérations œnologiques à effectuer
- Rythme d'apport journalier
- Matériaux et volumes des cuves
- Volume total vinifié et volume par opération unitaire
- Durée de chaque opération et temps d'utilisation quotidien des équipements
- Températures ambiantes (années chaudes ou années froides) et/ou souhaitées

Il faut donc prendre tous ces paramètres en compte lorsqu'on désire établir un bilan thermique de chai digne de ce nom. **Les estimations globales, à partir du seul volume de récolte ou des cuves, ne peuvent satisfaire les demandes techniques et économiques de plus en plus précises et diversifiées.**

En premier lieu, il convient de répondre précisément aux questions suivantes. Elles définissent parfaitement les problèmes à résoudre et permettent à l'utilisateur de comparer et choisir objectivement la solution la plus adaptée à son chai.

Il n'existe pas de solution standard satisfaisant l'extrême diversité des besoins et des itinéraires techniques pour obtenir le vin souhaité.

2. RECENSEMENT DES BESOINS

2.1. Planning et gestion des vendanges

Il permet de planifier et de quantifier l'apport de vendanges au cuvier suivant les différents cépages de l'exploitation ou de la cave. Il met en évidence le phénomène de "pointe de récolte".

- * Une grille permet de localiser les jours d'apport pendant la période des vendanges suivant le cépage.
- * Une colonne pour l'apport journalier en hectolitres ou en tonnes et suivant le cépage.
- * Volume total par cépage.

Remarque : cette grille d'apport démontre, s'il en est besoin, que toutes les cuves ne fermentent pas au même moment. Un étalement des apports et une récolte matinale voire nocturne sont déjà des méthodes de maîtrise des températures.



2.2. Caractéristiques de la cuverie

Recensement des éléments de cuverie ayant une influence sur le bilan thermique avec :

- * Le volume des cuves
- * Le matériau des cuves
- * Les cotes des cuves
- * Le type d'opération auquel va être affectée la cuve
- * Les surfaces d'échangeurs éventuellement déjà présentes

2.3. Besoins thermiques recensés

Recensement des différentes opérations souhaitées et leurs caractéristiques thermiques :

- * Le type de produit à traiter (vendange, moût, vin)
- * Le volume journalier à traiter
- * La durée journalière de traitement
- * La température de départ de la vendange, du moût ou du vin
- * La température finale que l'on veut atteindre
- * La température de maîtrise (maintien en température des stabulations, macérations et fermentations alcooliques ou malolactiques)
- * La température moyenne ambiante du cuvier (minimum pour les opérations de chauffage, maximum pour les opérations de refroidissement)
- * La température de l'eau circulant dans les échangeurs

C'est uniquement à partir de ces questionnaires remplis et d'un mètre du cuvier que le fournisseur ou le bureau d'étude peut effectuer un bilan thermique précis et fournir un devis détaillé des installations à mettre en place.

3. BILAN THERMIQUE

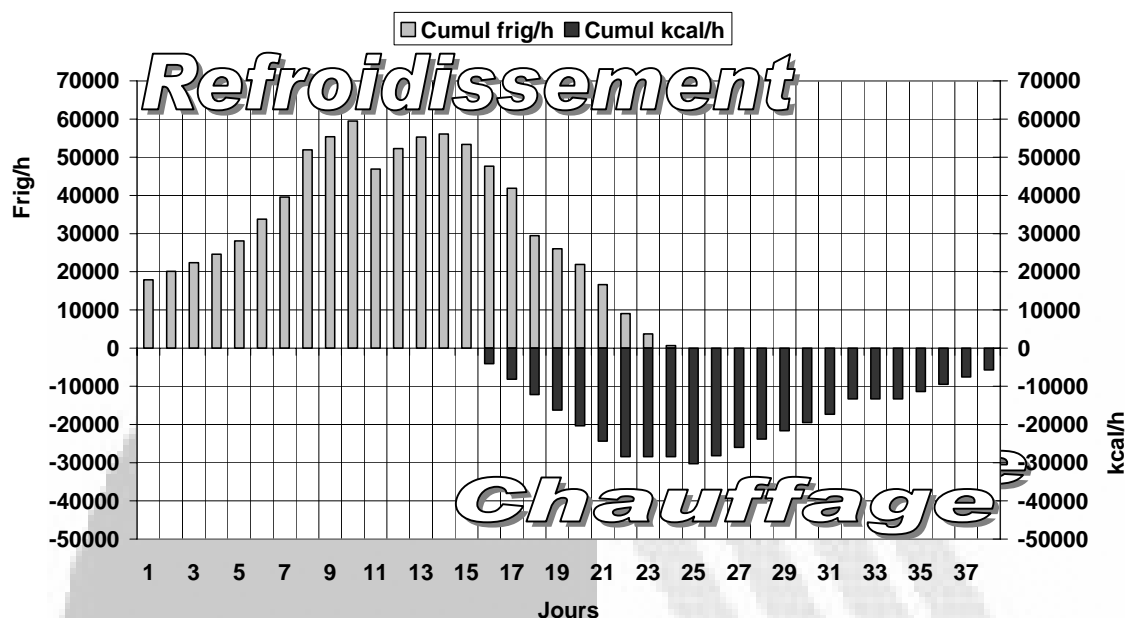
Le calcul d'un bilan thermique de vinification relève de la thermique traditionnelle mais aussi de connaissances œnologiques appliquées à la thermique faisant intervenir les puissances liées à l'activité fermentaire et les températures optimales pour chaque opération œnologique.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail de la méthode que l'on peut trouver sur des ouvrages ou des sites spécialisés cités à la fin de cet article.

Ce qu'il est nécessaire de retenir est que ce bilan thermique doit permettre de quantifier à la fois les puissances thermiques à installer et les quantités d'énergie nécessaire durant la vinification.

Ces calculs conduisent à une représentation des besoins journaliers comme le montre le graphique page suivante :

Bilan thermique - Cuvier de 4000 hl - Blancs et Rouges



L'extrême variété des paramètres intervenant dans le calcul des besoins en chaud et/ou en froid dans un cuvier impose une étude cas par cas de ces besoins. Il est donc obligatoire d'établir un :

BILAN THERMIQUE DE VINIFICATION

L'intérêt principal d'un bilan thermique de chai est à la fois **technique** et **économique** : il permet la définition claire d'un **CAHIER DES CHARGES** pour une **comparaison** efficace des propositions des fournisseurs et donc le meilleur choix technico-financier.

4. ELEMENTS ECONOMIQUES

Comme nous l'avons vu au chapitre précédent, l'activité vinicole, depuis l'arrivée de la vendange au cuvier jusqu'au stockage des vins en bouteilles, va consommer de l'énergie pour satisfaire aux exigences d'une qualité de produit mis sur le marché.

Cette consommation doit être la plus faible possible au regard du coût croissant de l'énergie et à l'impact de son utilisation sur notre environnement.

Grâce aux outils de calcul à notre disposition, Il est désormais possible d'établir un bilan énergétique de notre activité thermique permettant de choisir la meilleure solution technique au meilleur coût de fonctionnement. Nous allons prendre un exemple du type de choix que permet un bilan thermique et énergétique préalable : la comparaison des coûts énergétiques suivant le type d'énergie et d'équipement utilisé.

4.1. Choix énergétiques

Après établissement du bilan thermique (voir paragraphe précédent), on calcule les quantités d'énergie consommées chaque jour, en divisant la puissance thermique horaire journalière par le rendement de l'installation et en multipliant par 24 h.

A titre d'exemple, le tableau (cf : Figure 1) indique le coût de l'énergie consommée en chauffage, les frais fixes d'abonnement puis le coût annuel total pour une cave de 4000 hl (Blancs et Rouges).

Puissance Thermique Maxi	35000 (W)	30000 kcal/h						
Besoins énergie totaux	11478 (kWh)							
Type d'énergie		Electricité Tarif Jaune	Fuel cuve	Gaz Naturel réseau	Electricité Tarif jaune	Electricité Tarif jaune	Gaz Propane citerne	Bois copeaux
Type de matériel		Chaudière résistance	Chaudière	Chaudière	PAC Air-eau	PAC Eau-eau	Chaudière	Chaudière
A : Tarif €/ kWh		0.035	0.056	0.0377	0.035	0.035	0.0654	0.03
B : Rendement		1.00	0.95	0.90	3.20	3.50	0.90	0.85
C : Consommation absorbée kWh		11478	12082	12754	3587	3279	12754	13504
Consommation € = A * C		403	678	480	125	116	835	404
Abonnement* €		653	0	180	204	187	240	0
TOTAL/ AN (€)		1056	678	660	329	303	1075	404

* Attention : en électricité l'abonnement est global et proportionnel aux kVA souscrits pour tous les équipements électriques de l'exploitation (tarif jaune).

Figure 1 : comparaison des coûts annuels en chauffage œnologique

Rendement : rapport de la puissance thermique sur la puissance réellement absorbée (appelé C.O.P. pour les groupes de froid).

PAC : Pompe à chaleur (limite eau chaude : 45 à 50 °C).

Tarif jaune été (avril à octobre inclus) – De novembre à mars le tarif moyen est de 0.123 €/kWh.

Cette comparaison doit conduire au choix du matériel et de l'énergie le plus rentable pour l'exploitation en tenant compte bien sûr des coûts d'investissement différents suivant le matériel utilisé (Notion de retour sur investissement).

Remarque : l'appel aux énergies renouvelables pour les vinifications est encore anecdotique. Il convient désormais de tenir compte de ces techniques d'avenir (solaire, géothermie, éolien, biocarburant) lorsque cela est viable techniquement et économiquement.

4.2. Investissements

Une installation de maîtrise des températures doit être très évolutive. Elle est constituée de différents modules afin d'assurer d'une part une grande polyvalence des opérations thermiques et d'autre part d'assurer une meilleure surveillance des procédés en cours.

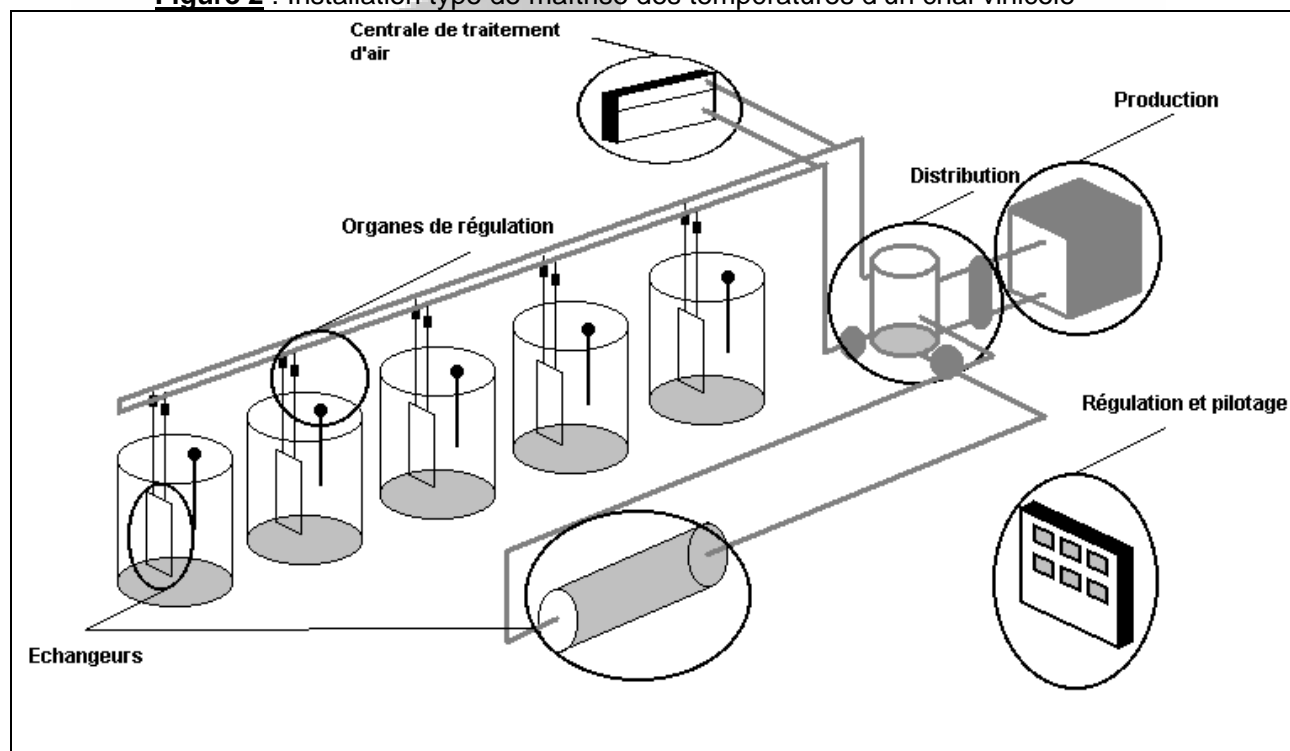
Le principe de fonctionnement consiste à mettre en place une production d'un fluide caloporteur (chaud et/ou froid) qui est ensuite distribué vers des organes d'échanges individuels. Chaque organe d'échange possède sa propre régulation manuelle ou automatique. L'automatisme peut être assuré par des régulateurs de température, un automate ou un micro-ordinateur.

4.2.1. La production thermique

Elle est assurée soit par un groupe de froid qui produit de l'eau glacée glycolée ou non et/ou par une chaudière (élec, gaz, fuel, bois) ou une pompe à chaleur (PAC) produisant de l'eau chaude.

Remarque : dans certains cas d'utilisation de très courte durée, il peut être intéressant de faire appel à la location. Une étude doit être réalisée pour comparer économiquement et techniquement la location et l'investissement (voir tableau en fin d'article).

Figure 2 : Installation type de maîtrise des températures d'un chai vinicole



Production : groupe de froid, chaudière, Pompe à chaleur

Distribution : échangeur intermédiaire, pompes, ballon tampon, réseau hydraulique

Organes de régulation : vannes, vannes automatiques, filtre, clapet, soupape, sonde

Echangeurs : échangeur interne, échangeur externe, ventilo-convecteurs, centrale de traitement d'air

Régulation et pilotage : régulateurs, automate, micro-ordinateur

4.2.2. La distribution

Le fluide traité est envoyé par une pompe vers différents éléments de stockage (ballon tampon), de circulation (pompe ou circulateur) ou d'échange intermédiaire de séparation (échangeurs à plaques) puis vers les échangeurs ou la centrale de traitement d'air. Sans développer ici des notions d'hydrauliques (cf. MATEVI - Maîtrise des températures - www.matevi-france.com), il faut souligner l'importance d'une bonne organisation des circuits d'eau chaude et/ou froide pour prendre en compte les pertes de charge, la bonne régularité des circulations. Chaque cas est spécifique mais la plupart des situations peuvent être rattachées à l'un ou l'autre des systèmes ci-après.

La circulation d'eau (chaude ou froide) peut se faire :

- en « boucle simple », d'installation plus économique mais avec des débits variables selon le rang des échangeurs
- en « boucle de Tickelman », plus coûteuse dans certains cas mais assurant une parfaite répartition des débits et des performances identiques de tous les échangeurs

Par ailleurs, on peut réguler la température sur un seul ou deux points de consigne (configuration semi-automatique ou tout automatique). Dans les deux cas, il faut soit un seul circuit avec alternance d'eau chaude et d'eau froide, soit deux circuits séparés eau chaude et eau froide (besoins simultanés de chaud et de froid dans le cuvier).

4.2.3. Les organes de régulations

La circulation du fluide dans les échangeurs ne doit s'effectuer que lorsque cela est nécessaire. Chaque échangeur est donc muni d'un système de vannes manuelles ou automatiques. Pour les systèmes automatiques la température est contrôlée par une sonde et un appareil électronique qui va déclencher ou arrêter automatiquement la circulation du fluide en fonction de la température désirée.

4.2.4. La régulation et le pilotage

Il s'agit d'appareils électroniques qui vont centraliser les informations venant des capteurs de température ou d'humidité et envoyer les ordres aux organes de régulations. Il s'agit en fait du tableau de bord de toute l'installation.

4.2.5. Les échangeurs

Ce sont les appareils qui sont en contact direct avec le moût, la vendange ou le vin et dans lesquels vont circuler les fluides froids ou chauds provenant de la distribution générale.

4.2.6. Les centrales de traitement d'air

Ce sont les appareils qui sont installés dans les locaux de stockage ou d'élevage des vins permettant de chauffer ou refroidir l'air par ventilation et dans lesquels vont circuler les fluides froids ou chauds provenant de la distribution.

Définir l'installation de maîtrise des températures la mieux adaptée à une unité de production donnée impose d'intégrer toute une série de paramètres techniques, économiques et pratiques que nous venons d'évoquer. Pour ce faire, une étude au cas par cas doit être envisagée avec un professionnel en intégrant les éléments suivants :

- 1 - Bilan thermique et énergétique global de l'exploitation (puissances thermiques, surfaces d'échangeurs, centrale de traitement d'air)
- 2 - Choix de l'énergie (électricité, gaz, fuel, énergies renouvelables)
- 3 - Choix du fluide caloporteur (eau, eau glycolée)
- 4 - Niveau de régulation souhaité (manuel, semi-automatique, automatique, traçabilité)
- 5 - Choix des composants en fonction de leur fiabilité
- 6 - Coût de l'installation, coûts de fonctionnement
- 7 - Qualité du service après vente



Quelques coûts indicatifs d'installations complètes chaud et froid en inox et tout automatique

Puissance froid	Puissance chaud	Nombre de cuves	Coût indicatif €H.T.*
270 kW	460 kW	65	280 000
200 kW	270 kW	50	220 000
50 kW	110 kW	40	140 000
35 kW	50 kW	16	80 000
25 kW	30 kW	8	40 000

Formule location pour un groupe de froid
(avantages : pas d'immobilisation comptable, pas de maintenance et de vétusté, souplesse)

Puissance froid	Investissement € H.T.*	Location 1 mois €H.T.* ⁽¹⁾	Retour sur achat
270 kW	40000	9810	4 ans
200 kW	30000	7500	4 ans
50 kW	14000	2550	5 ans
35 kW	9000	2000	4 ans
25 kW	6000	1700	<4 ans

* Valeurs indicatives non contractuelles - ⁽¹⁾ Source Energyst CAT (assurance, transport et MO inclus)

Ouvrages de référence :

MatéVi - Maîtrise des températures – www.matevi-france.com

Maîtrise des températures et Qualité des vins – Jacques Blouin et Jean-Michel Maron – DUNOD

Résumé : Bilan thermique et énergétique d'une cave : comment raisonner l'investissement en cave

Depuis plusieurs années maintenant la maîtrise des températures de vinification est devenue un outil incontournable pour produire des vins de qualité. Elle permet au vinificateur d'élaborer des produits aux caractères reproductibles quel que soit le climat extérieur. Cet investissement est souvent très lourd et demande donc une étude précise sur les besoins nécessaires et suffisants, et sur les types d'équipements les plus adaptés. Cette étude doit maintenant être complétée par un volet énergétique permettant de choisir la source d'énergie la moins chère voire la moins polluante.

Mots clés : MAITRISE DES TEMPERATURES/MATERIEL DE MAITRISE DES TEMPERATURES/BILAN THERMIQUE/VIN DE QUALITE/ECONOMIE D'ENERGIE/CENTRALE EAU GLACEE/ECHANGEUR INTERNE/ECHANGEUR EXTERNE/INSTALLATION DE MAITRISE DE TEMPERATURE/UNITE DE PILOTAGE DES FERMENTATIONS/CHAUDIERE

Jean-Michel Maron
Service Vigne et Vin
Chambre d'Agriculture de la Gironde