



## Eco-conception des caves : du concept à la pratique

### Projet européen : ECOWINERY

J. Rochard : IFV Champagne - Tél : 06 16 61 71 79

[joel.rochard@vignevin.com](mailto:joel.rochard@vignevin.com)

## Résumé

La construction d'un bâtiment vinicole et le choix des équipements associés à la conception de l'ouvrage supposent une réflexion approfondie concernant notamment les aspects fonctionnels. Au-delà, la prise en compte du développement durable impose une analyse relative à l'impact de la conception et du fonctionnement des caves sur l'environnement. La conception des bâtiments, associant une bonne isolation éventuellement complétée de solutions originales (toits ou murs végétalisés,) et des énergies alternatives (solaire, géothermie, biomasse) s'intègre dans cette dynamique de conception écologique des caves. Une gestion optimale de l'eau ainsi qu'un traitement écologique des effluents de caves doit également être envisagée. Le projet ECOWINERY, [www.ecowinery.eu](http://www.ecowinery.eu) (site EN, FR, DE, ES), a été réalisé dans le cadre du projet Leonardo Da Vinci financé par la Commission Européenne. Une plateforme E Learning a été créée sur les thèmes suivants : Contexte réglementaire, démarche architecturale et éco-construction, ressource énergétique associée au bâtiment (géothermie, solaire, pompe à chaleur, toit ou mur végétalisé), optimisation de l'utilisation de l'eau dans une cave vinicole, économie et gestion écologique des effluents, suivi et évaluation d'un projet d'éco-conception d'une cave vinicole et de son impact environnemental

## 1 Introduction

La définition du concept de Viti-Viniculture Durable a été formalisée par une résolution de l'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (CST 01-2008) : «Approche globale à l'échelle des systèmes de production et de transformation des raisins, associant à la fois la pérennité économique des structures et des territoires, l'obtention de produits de qualité, la prise en compte des exigences d'une viticulture de précision, des risques liés à l'environnement, à la sécurité des produits et la santé des consommateurs et la valorisation des aspects patrimoniaux, historiques, culturels, écologiques et paysagers ».

Comme le souligne B. Peuportier, [1] « la notion d'éco-conception des bâtiments fait appel aux éco-techniques dans le domaine des économies d'énergie et d'eau, des énergies renouvelables, de la gestion des déchets, des matériaux à moindre impact, en incluant des aspects de confort et de santé. Architecture solaire, solaire passif, bioclimatique, haute qualité environnementale, basse consommation, énergie positive, zéro émission, sont autant de termes usités pour définir des projets avant-gardistes ».

L'intégration du concept de développement durable [2] au sein de la filière viticole associe en premier lieu une adaptation des itinéraires viticoles et oenologiques aux contraintes environnementales. Cette approche associe également la construction d'une cave notamment sur le plan énergétique et de la gestion de l'eau. [3]

En effet, à l'image des normes de sécurité du personnel, il est probable que les normes et la réglementations environnementales évoluent au cours des prochaines années. Afin d'éviter de profondes modifications ultérieurement, il est important d'anticiper ces exigences environnementales. Parallèlement, la cave est une « vitrine » de l'exploitation viticole et peut associer le concept d'éco-oenotourisme. [4]

Le projet ECOWINERY [www.ecowinery.eu](http://www.ecowinery.eu) a été réalisé dans le cadre du programme Leonardo Da Vinci (Education et Formation Tout au Long de la Vie) financé par la Commission Européenne. Il regroupe un partenariat de 5 organisations complémentaires : L'Institut français de la Vigne et du vin en France (coordinateur) pour son expertise technique, normative et réglementaire, l'université de Sciences appliquées d'Aschaffenburg (Allemagne), spécialiste de la gestion et de l'optimisation de l'énergie et des énergies renouvelables, l'Université Autonome de Barcelone (Espagne) en liaison avec l'Institut Catalan de la Vigne et du Vin pour leur connaissance technique de la filière et Changins la Haute Ecole de Viticulture et Oenologie en Suisse, en charge de la transposition du contenu des modules de sensibilisation associés à une approche pédagogique et méthodologique.

Le projet ECOWINERY [www.ecowinery.eu](http://www.ecowinery.eu), a pour objectif de fournir des outils méthodologiques pour l'éco-conception de bâtiments vinicoles aux viticulteurs, œnologues, responsables de domaines, techniciens conseil, architectes ou encore enseignants et étudiants en viticulture et œnologie (formation initiale et continue). La formation est articulée autour de 5 modules :

- Module 1: Contexte réglementaire.
- Module 2 : Démarche architecturale et éco-construction.
- Module 3 : La ressource énergétique associée au bâtiment (géothermie, solaire, pompe à chaleur, toit ou mur végétalisé) et la valorisation thermique.
- Module 4 : Optimisation de l'utilisation de l'eau dans une cave vinicole, économie et gestion écologique des effluents.
- Module 5 : Suivi et évaluation d'un projet d'éco-conception d'une cave vinicole et de son impact environnemental.

## 2 Architecture

### 2.1 Conditions d'ambiance d'un bâtiment

Les bâtiments vinicoles ont pour objectif de maintenir le vin dans des conditions optimales d'élevage, d'évolution et de conservation. [5] Il est important de définir les conditions d'ambiance de chacune des zones de la cave en fonction de son utilisation. Les conditions optimales sont répertoriées dans le tableau suivant.

Tableau 1. Température des lieux de production

	Température
Zones technique et d'accueil	17 à 22°C
Chais à barriques	12 à 15°C
Chais à bouteilles	12 à 15°C Pour le vin 16 à 18°C
Stockage en cuve	12 à 15°C (18 à 20°C pour la fermentation malolactique et -4 à 0°C pour la stabilisation tartrique)

Les caves anciennes, construites avant l'utilisation de la climatisation, intégraient des formes d'architecture traditionnelle [6] qui permettaient naturellement de bénéficier de la fraîcheur en été et de la chaleur en hiver grâce notamment à l'utilisation de l'inertie thermique du sous-sol et de murs en pierre très épais qui atténuaient la variabilité thermique interne (Figure 1).

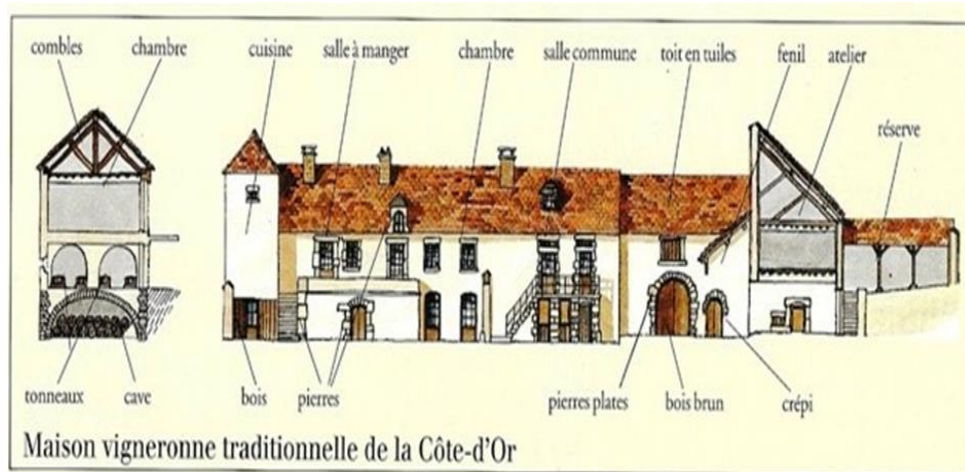


Figure 1. Cave traditionnelle bourguignonne, Source Encyclopédie touristique des vins de France, Editions HACHETTE, 2010.

## 2.2 Architecture bioclimatique

L'architecture bioclimatique, apparue depuis quelques années, est un art et un savoir-faire pour tirer le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une conception naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs tout en optimisant notamment la gestion de l'eau et de l'énergie. Dans la conception d'une architecture dite bioclimatique, les conditions du site et de l'environnement (le climat et le microclimat, la géographie) ont une place prépondérante dans l'étude et la réalisation du projet. Une étude approfondie du site et de son environnement permet d'adapter le projet d'architecture aux caractéristiques et particularités propres au lieu d'implantation, et permet d'en tirer le bénéfice des avantages et se prémunir des désavantages et contraintes. La pratique la conception bioclimatique est accompagnée de réflexions et de démarches plus larges sur le respect de l'environnement au niveau local et global. Elle comporte une dimension écologique et s'inscrit dans les principes du développement durable.

L'architecture bioclimatique (Figure 2) fait appel à de nombreuses stratégies, techniques et systèmes de construction simples qui permettent de chauffer, rafraîchir, ventiler, l'ambiance intérieure d'une construction. Ces techniques utilisent généralement des savoir-faire ancestraux et des matériaux locaux, mais également des systèmes de pilotage/régulation qui utilisent des dispositifs électroniques : destinés à optimiser l'utilisation de l'énergie et de l'eau.

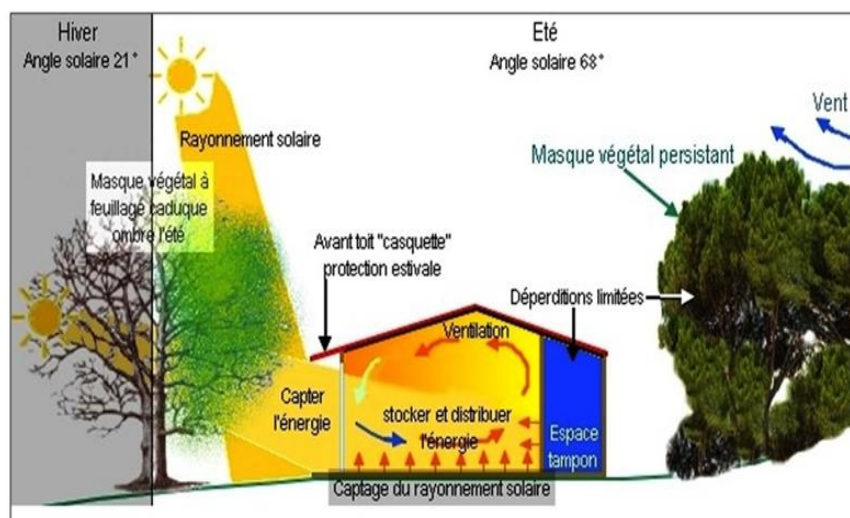


Figure 2. Concept bioclimatique, source [www.triskeline.fr](http://www.triskeline.fr).

Un programme architectural clair doit être rédigé, fixant les objectifs à atteindre, ce qui suppose une forte implication des personnels responsables et opérationnels de la cave en liaison avec l'architecte le maître d'œuvre et éventuellement un paysagiste, tout en intégrant les matériaux, les techniques et les savoirs faire disponibles régionalement.

En complément des choix de structure du bâtiment, il est possible d'optimiser la consommation d'énergie par l'utilisation d'isolants si possibles écologiques et de structures végétales.

### 2.3 Les isolants écologiques

L'isolation d'un bâtiment est un des points à privilégier dans l'éco-conception. Depuis quelques années les maîtres d'ouvrages ont cherché à améliorer les écobilans de l'isolation avec des matériaux moins toxiques, recyclés ou recyclables, peu consommateurs d'énergie, tout en gardant des performances supérieures ou égales aux isolants classiques. Les isolants écologiques sont des matériaux de construction qui répondent à la fois aux critères techniques habituels de construction mais aussi aux critères environnementaux, tout au long de leur cycle de vie. Les isolants écologiques (Figure 3) sont généralement d'origine minérale, végétale ou animale.



Figure 3. Quelques exemples d'isolants écologiques.

### 2.4 Mur ou toit végétal

Le concept de mur ou toit végétal décrit la création d'écosystèmes horizontaux ou verticaux, associés à un bâtiment. Il consiste à recouvrir d'un substrat végétal un toit plat ou à faible pente, jusqu'à 35°, ou un mur.

Outre l'aspect esthétique, ce concept a un avantage non négligeable du point de vue technique, et écologique. Les murs et toits végétaux ont un rôle thermique et phonique important en réduisant à la fois les réflexions et radiations thermiques ou solaires et l'humidité ambiante par évapotranspiration. Parallèlement, la qualité de l'air ambiant est améliorée grâce à la fixation des poussières et à l'absorption du CO<sub>2</sub> par les plantes. En retenant les eaux pluviales, ils permettent de réduire les pointes de crues. Pour les caves implantées en surface ou semi-enterrées, les murs et toits végétaux font partie intégrante de l'insertion paysagère des bâtiments vitivinicoles dans leur environnement.

La construction d'un mur ou d'un toit végétal doit tout d'abord être adaptée au bâtiment et ne pas le dégrader. Pour cela, il est nécessaire de garantir un drainage permanent quelque soit la charge, en particulier sur les pentes faibles, d'assurer les apports en eau et en air et de mettre en place une protection contre les insectes.



Le type de végétaux implanté doit être choisi en fonction du climat de la région, de l'ensoleillement, et de l'insertion dans le paysage (Figure 4).

Il existe différentes techniques de conception d'un mur végétal. La plus courante, consiste à construire parallèlement à la façade du bâtiment une structure en acier verticale servant de support. L'espace entre le mur et la structure permet de laisser passer l'air et d'éloigner le mur de la paroi humide. Des plaques de PVC y sont fixées afin d'agrafer des plaques de feutres de polyamide servant de support aux plantes, l'utilisation d'un substrat est possible. Les plantes sont insérées dans le feutre.

Le toit végétal [7] repose sur une structure horizontale en béton, acier ou bois qui doit supporter le poids de l'installation. Lors des précipitations ou de la fonte de la neige, ce poids peut doubler voire tripler, il est donc recommandé de prévoir une pente de 1 à 2 % pour diminuer cette surcharge.

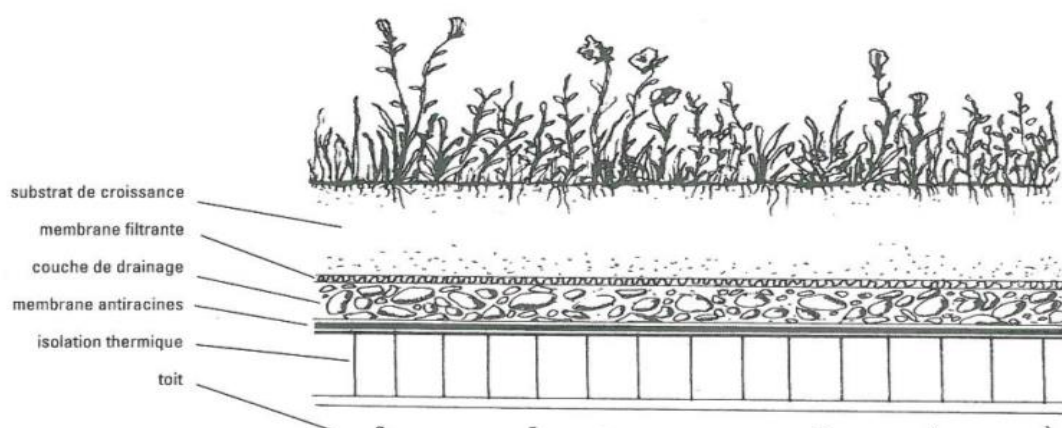


Figure 4. Coupe transversale d'un toit végétal (Source : Toits et murs végétaux de Nigel Dunnnett et Noël Kingsbury, Edition de Rouergue 2008)

Dans les deux cas le choix des plantes intervient selon le climat de la région, de l'ensoleillement, de la pente du toit, du type de mur (intérieur ou extérieur), et d'autres critères fonctionnels. Pour l'extérieur, il est préférable d'opter pour des plantes vivaces et indigènes très résistantes aux températures extrêmes (graminées, les plantes vertes ou fleuries).

Selon le type de substrat et le degré d'arrosage souhaité, la plantation peut être de type extensif, semi-extensif ou intensif (tableau 2).

Tableau 2. Caractéristique des types de végétalisation

	Végétalisation extensive	Végétalisation semi-intensive	Végétalisation intensive
Entretien	Faible	Périodique	Régulier
Arrosage	Aucun	Périodique	Régulier
Végétalisation	Mousse, sédum ou graminées	Des graminées aux arbustes	Du gazon aux arbustes, arbres
Hauteur du support (mm)	60 - 150	100 - 250	150 - 1000
Poids (kg/m <sup>2</sup> )	60 - 180	150 - 350	> 600

### 3 Gestion optimale de l'eau et des effluents

#### 3.1 Problématique

Le vieil adage « il faut utiliser beaucoup d'eau pour faire du bon vin » témoigne de l'importance de l'eau pour toutes les opérations liées à l'hygiène des chais. L'eau est indispensable à la vie sur terre. Elle dissout et transfère l'oxygène, le gaz carbonique et les sels minéraux indispensables pour les organismes vivants. Ainsi, le niveau de précipitations, associé à la température, définit les caractéristiques des écosystèmes terrestres. La quantité d'eau globale de la planète est d'environ 1,4 milliard de kilomètres cubes. L'essentiel de cette eau (97% environ) est salé. Parallèlement, une part importante de l'eau douce se trouve sous forme de glace ou de neige. On estime que la fonte totale des glaciers polaires et des montagnes élèverait le niveau de la mer de 60 mètres. L'eau potable utilisable par l'homme ne représente qu'une faible part du total (environ 0,3 %), d'où la nécessité de préserver cette ressource.

### 3.2 Pistes d'économies d'eau

Une gestion rationnelle de cette eau doit être envisagée pour limiter les pertes inutiles et faciliter le traitement d'épuration, dont le dimensionnement et les coûts de fonctionnement sont étroitement liés au volume à traiter. Cet objectif justifie d'une part une optimisation de la conception des chais et d'autre part l'utilisation de méthodes de nettoyage et de désinfection appropriées.

La séparation des réseaux est un préalable indispensable au traitement des effluents vinicoles. En effet, les eaux pluviales, dont le volume lié à la pluviométrie, n'est pas contrôlable peuvent contribuer à perturber la gestion des effluents (débordement de cuves, entraînement des boues). Ainsi, il est nécessaire de séparer les eaux dites « propres » (eaux pluviales et éventuellement les eaux de rinçage de bouteilles neuves et de refroidissement par ruissellement,...) des eaux souillées (eaux de rinçage et de lavage).

La récupération de l'eau de pluie et le recyclage de l'eau peuvent éventuellement être envisagés en viticulture (remplissage ou lavage des pulvérisateurs) ou en vinification (recyclage de l'eau de lavage des bouteilles neuves) sous réserve de respecter les normes sanitaires et de sécurité alimentaire. Généralement le recyclage, précédé d'un traitement adapté (filtration, stérilisation), est associé à la mise en place d'un réseau spécifique destiné par exemple à l'alimentation des toilettes ou au lavage des sols. Le risque d'évolution microbologique de ces eaux au cours de leur stockage doit être pris en compte dans le dispositif mis en œuvre. Par ailleurs, une information et une signalisation suffisamment claires doivent éviter toute confusion dans l'utilisation des différents réseaux.

Un support est d'autant plus facile à nettoyer qu'il présente une surface lisse. Le revêtement des surfaces en ciment avec des résines époxydiques et le type de finition de l'innox ont une incidence sur toutes les opérations de nettoyage des cuves.

Le lavage des sols est un poste de consommation d'eau non négligeable. Plus un sol est lisse, plus il est facile à laver. Parallèlement à la facilité de nettoyage, le risque de glisse doit être pris en considération. Bien souvent, un compromis dépendant de la pente, de la fréquence des nettoyages ou des passages, doit être trouvé. D'une manière générale, il est souhaitable que la distance entre les points d'écoulement soit assez faible afin de faciliter le nettoyage et réduire ainsi les volumes d'eau. La pente doit être suffisante pour assurer un bon écoulement et limiter le risque d'accumulation d'eau.

### 3.3 Traitement des effluents

Le traitement des effluents s'intègre également dans l'éco-conception d'une cave. L'impératif environnemental suppose de mettre en place un système de traitement individuel ou collectif performant. En complément, une vision durable intègre une réduction des coûts énergétiques liés à ce traitement ainsi qu'une diminution des déchets (boues) issus du processus d'épuration, avec si possible une bonne intégration paysagère. L'épandage intensif sur des parcelles avec des plantes à fort potentiel de développement végétatif (bambous, eucalyptus, etc.) est une des voies utilisées par quelques caves. Les dispositifs plantés de roseaux (Figures 5 et 6), initialement utilisés pour le traitement des effluents domestiques, se développent également dans le secteur viticole depuis plusieurs années.

Cette technique s'inspire du fonctionnement des écosystèmes de milieu humide (marais). Les processus épuratoires sont assurés par les micro-organismes présents dans les massifs filtrants, les plantes évitant le colmatage en surface grâce au mouvement de la végétation de surface. De nombreuses variantes sont proposées par les constructeurs. Les roseaux (*Phragmite Australis*) sont les plus souvent utilisés. Concernant la conception, différents systèmes sont proposés pour l'étanchéité des bassins (géomembrane, lit d'argile) et le mode de répartition des eaux (continue ou par « bâchée »). Jusqu'à présent la mise en œuvre de ce procédé, avec un support de sable, intervenait le plus souvent en complément d'un premier étage de traitement aérobique. Depuis quelques années, l'utilisation d'un substrat de zéolithe permet, grâce à ses propriétés d'adsorption, d'assurer un traitement direct des effluents, sans énergie, sous réserve d'intégrer une démarche rigoureuse de récupération des déchets produits au niveau de la cave (kieselguhr, bourbes, lies, etc.).

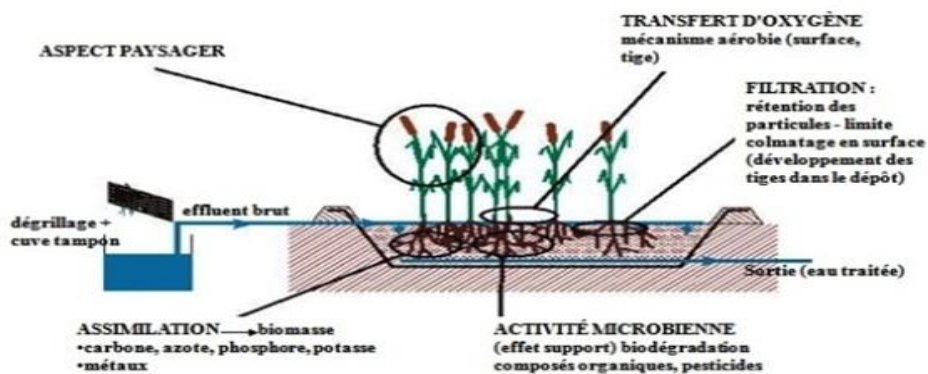


Figure 5. Principe d'un lit planté de roseaux (d'après J. Rochard)



Figure 6. Exemple de lit planté de roseaux dans le Piémont en Italie (Cave GAJA, dispositif Zoefito)

## 4 Energie

### 4.1 Problématique

La crise de l'énergie a mis en évidence à partir des années 1970 la nécessité de diversifier l'approvisionnement énergétique.

Par ailleurs la combustion d'énergie fossile contribue à accentuer l'effet de serre (Figure 7) à l'origine d'une probable modification du climat au cours des prochaines décennies. [8]

Les énergies renouvelables utilisent des sources inépuisables d'énergies d'origine naturelle : rayonnement solaire, vents, cycles de l'eau et du carbone dans la biosphère, flux de chaleur ou inertie interne de la Terre.

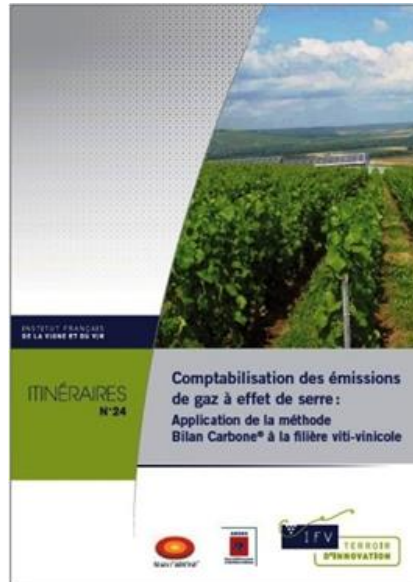


Figure 7. Plaquette IFV, Comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre.  
Téléchargeable : [www.vignevin.com/publications/collection-itineraires.html](http://www.vignevin.com/publications/collection-itineraires.html)

## 4.2 Energie solaire

L'énergie solaire permet d'assurer des conditions de température favorables à la vie et anime les cycles de l'eau, des vents et du carbone dans la biosphère. Mais elle peut aussi être utilisée directement pour produire de la chaleur à différents niveaux de température pour divers usages : chauffage et rafraîchissement de locaux, production d'eau chaude et de vapeur, production d'électricité par le biais de panneaux capteurs solaires.

Le potentiel de production d'énergie solaire varie en fonction de l'ensoleillement local moyen (Figure 8) ainsi que de l'exposition et de l'inclinaison des capteurs (Figure 9). Dans l'hémisphère Nord l'optimum correspond à une inclinaison de 35° par rapport à l'horizontale avec une orientation sud.



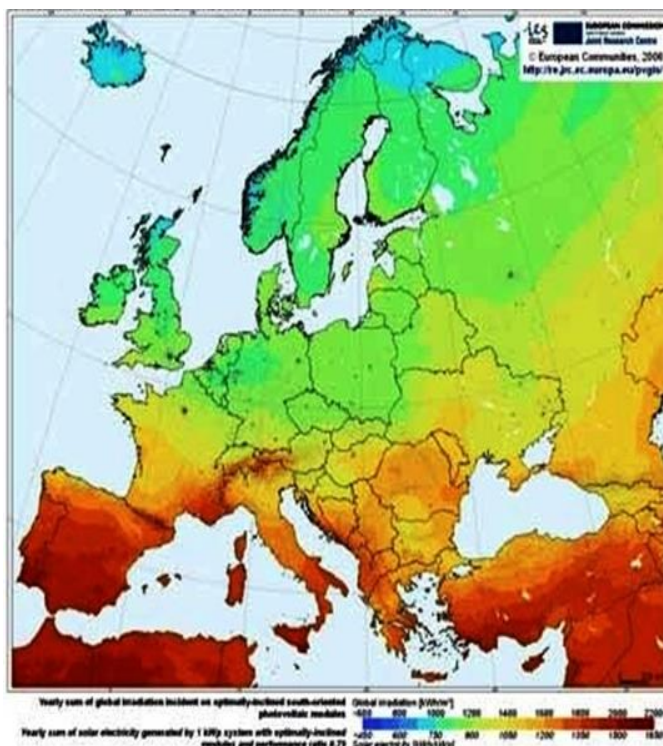


Figure 8. Potentiel d'utilisation de l'énergie solaire en Europe (Source PVGIS © European Union, 2001-2012)

		inclinaison par rapport à l'horizontale (°)						
		0	15	25	35	50	70	90
orientation	est	88%	87%	85%	83%	77%	65%	50%
	sud-est	88%	93%	95%	95%	92%	81%	64%
	sud	88%	96%	99%	max 100%	98%	87%	68%
	sud-ouest	88%	93%	95%	95%	92%	81%	64%
	ouest	88%	87%	85%	82%	76%	65%	50%

Figure 9. Potentiel de production d'énergie en pourcentage selon l'inclinaison et l'orientation des capteurs solaires (source [www.ef4.be](http://www.ef4.be))

### 4.3 Biomasse

Grâce à l'énergie solaire et à la photosynthèse, les plantes utilisent le CO2 de l'atmosphère pour produire de la matière végétale, constituée principalement d'hydrates de carbone (sucres) et de cellulose.

Le compostage est, dans une certaine mesure, une filière de valorisation énergétique de cette biomasse. En effet, le compost limite l'impact énergétique des engrais, dont la production exige beaucoup d'énergie.

L'utilisation la plus courante de la biomasse à des fins énergétiques intervient soit directement sous forme de « biocombustibles » comme le bois, les sarments, le marc, soit après l'avoir transformée en biocarburants (alcool) ou

« biogaz » (majoritairement du méthane). Le « potentiel méthane » est la quantité maximale de biogaz et de méthane (CH<sub>4</sub>) pouvant être produite par un substrat. Cette technique, ainsi que les différentes méthodes de valorisation des sous produits vinicoles ont été étudiées dans le cadre d'un projet coordonné par l'IFV (Figure 10) [9] [10].

Le bois ou les sous-produits d'exploitation (ceps, sarments) peuvent être brûlés en présence d'air pour récupérer de la chaleur à différents niveaux de température adaptés à différents usages comme le chauffage de locaux.



Figure 10. Plaquette IFV, quelle gestion des sous-produits vinicoles. Téléchargeable : [www.vignevin.com/publications/collection-itineraires.html](http://www.vignevin.com/publications/collection-itineraires.html)

#### 4.4 Géothermie

La géothermie, du grec géo (la terre) et thermos (la chaleur) désigne à la fois la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe terrestre, et la technologie qui vise à l'exploiter. Le flux géothermique de la terre est généralement beaucoup trop faible pour être utilisé directement avec un procédé « haute température » mis à part les zones dotées de sources thermales ou de chambres magmatiques superficielles. Néanmoins, en dessous de 4,50 à 10 m, la température du sol est constante tout au long de l'année. Celle-ci est proche de la moyenne superficielle annuelle (11 à 16°C dans les régions viticoles européennes). À l'image d'une cave enterrée, il s'agit d'utiliser l'inertie thermique du sous-sol par des forages dans lesquels sont insérés des tubes ou circule de l'eau glycolée qui alimente une pompe à chaleur. Ainsi, en hiver, le dispositif permet d'obtenir naturellement une source de chaleur et à l'inverse en été, une source de fraîcheur. La profondeur du forage est en général comprise entre 80 et 120 m pour les sondes à eau glycolée. L'inertie thermique de la terre peut également être utilisée par un puits canadien. Ce dispositif est constitué d'un tuyau enterré avec une entrée d'air à l'extérieur de la cave. Un système de ventilation permettant de réguler le transfert d'air peut être installé. En complément, il est parfois nécessaire de prévoir un dispositif de déshumidification. Comme tout système de ventilation, ce dispositif peut être équipé de filtres anti-polluants et obligatoirement d'un siphon d'évacuation pour les eaux de condensation à l'intérieur des tuyaux.

## 5 Conclusion

La construction d'une cave et le choix des équipements associés à la conception de l'ouvrage, supposent une réflexion approfondie concernant notamment les aspects économiques, fonctionnels, qualitatifs et la sécurité des utilisateurs. Au-delà, la prise en compte du développement durable impose une réflexion relative à l'impact de la conception et du fonctionnement des caves sur l'environnement.

La gestion de l'eau doit également être associée à une conception écologique de la cave ainsi qu'un traitement des effluents qui limite dans la mesure du possible la consommation d'énergie et la production de déchets.

La conception optimale des bâtiments, avec une bonne isolation, éventuellement complétée de dispositifs écologiques (toits ou murs végétalisés, etc.) et des énergies alternatives (solaire, géothermie, puits canadien, biomasse etc.) s'intègre dans cette dynamique de conception des caves à la fois modernes et durables.

Ces aspects, ainsi que l'intégration paysagère, contribuent à valoriser l'image environnementale de la cave. Par ailleurs, la réglementation et les normes évoluent, ce qui justifie d'anticiper les exigences environnementales, afin d'éviter au cours des prochaines années des modifications de mise aux normes coûteuses.

## Références

### Références

1. B. PEUPORTIER, *Éco-conception des bâtiments et des quartiers*, Editions Mines Paritech (2008)
2. J. Rochard, *Traité de viticulture et d'œnologie durable*, éditions Avenir Oenologie (2005)
3. L. Van Gysel, I. Pierot, J. Ducruet, *Éco-conception : Solution pour nos caves de demain*, Objectifs **79**, Aout (2013)
4. J. ROCHARD, R.F.O., *Du paysage à l'éco-conception des caves : l'œnologue ambassadeur de l'éco-Oenotourisme*, **252**, mai/juin (2012)
5. D Marengo, J Rochard, R.D.O., *Besoins thermiques d'une cave*, **145**, novembre (2012)
6. Encyclopédie touristique des vins de France, Editions HACHETTE, 2010
7. N. Dunnett et coll., *Toits et murs végétaux*, Edition de Rouergue (2008)
8. IFV, *Comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre : application de la méthode Bilan Carbone® à la filière viti-vinicole* (2011), téléchargeable : [www.vignevin.com/publications/collection-itineraires.html](http://www.vignevin.com/publications/collection-itineraires.html)
9. IFV, *Plaquette : Quelle gestion des sous-produits vinicoles*, (2003), téléchargeable : [www.vignevin.com/publications/collection-itineraires.html](http://www.vignevin.com/publications/collection-itineraires.html)
10. V. Lempereur, S. Penavayre, *Grape marc, wine lees and deposit of the must: how to manage oenological by-products?*, congress OIV Mendoza (2014)

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