

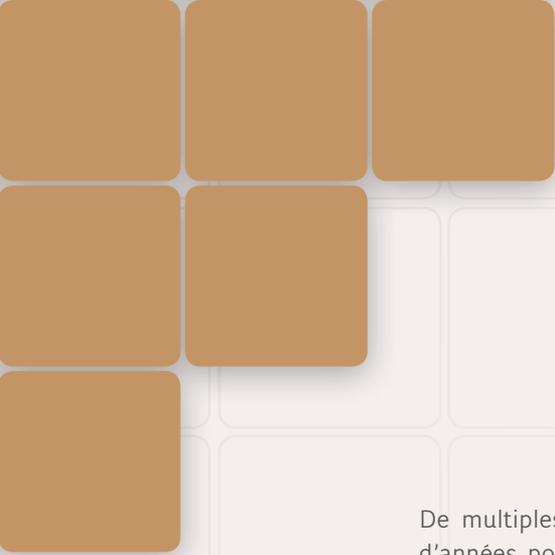


# Construction durable en Champagne



COMITÉ INTERPROFESSIONNEL DU VIN DE CHAMPAGNE





De multiples initiatives sont prises en Champagne depuis une vingtaine d'années pour inscrire notre activité dans une logique de développement durable. Initialement très liées aux activités de production (culture de la vigne, élaboration des cuvées), ces actions s'étendent progressivement en amont et en aval de la filière auprès de nos fournisseurs de biens et de services. La prise en compte de la construction ou de la réhabilitation des bâtiments vitivinicoles s'intègre naturellement dans cette démarche globale. La construction durable peut être définie comme l'application aux bâtiments des principes du développement durable, avec ses trois piliers : environnement, social et économie. En Champagne comme ailleurs, il s'agit de prendre en compte de nombreux enjeux qui représentent à la fois des risques à prévenir et des opportunités à saisir :

- les bâtiments exercent une forte pression sur l'environnement tout au long de leur cycle de vie (au niveau mondial, 40 % de la consommation des ressources, 40 % des émissions de CO<sub>2</sub> et 40 % des déchets générés),
- ils ont également des impacts importants d'un point de vue social (santé, sécurité, conditions de travail) et peuvent être vecteurs d'image (positive ou négative) pour les entreprises,
- d'un point de vue économique enfin, les investissements réalisés engagent l'exploitation sur de nombreuses années et la construction durable entraîne généralement des coûts supplémentaires. Toutefois, contrairement aux idées reçues, les surinvestissements liés à cette démarche, généralement de l'ordre de 5 %, sont très largement compensés par les économies et gains de productivité réalisés par la suite. Il est donc nécessaire de raisonner en coût global, couvrant toutes les étapes du cycle de vie du bâtiment : construction, exploitation et maintenance, réhabilitation voire déconstruction.

Ce guide a pour objectif d'aider les maîtres d'ouvrage, vigneron, coopératives et maisons dans leurs projets de construction durable en apportant des informations concrètes accompagnées de témoignages d'opérateurs déjà engagés dans ce type de démarche.

Il n'a bien sûr pas vocation à se substituer aux bureaux d'études et/ou d'architectes à qui il incombera de trouver, en étroite collaboration avec les donneurs d'ordre, les solutions les plus adaptées aux besoins de chacun. Tout projet est en effet unique et requiert un travail de réflexion et de conception particulier.

La construction durable étant un domaine en forte évolution, le suivi attentif des avancées technologiques et des nouveautés réglementaires s'avère indispensable. Cette première version est par conséquent amenée à progresser et à s'enrichir de nouvelles informations et expériences. Nous vous en souhaitons bon usage.



# Sommaire

Ce sommaire et les liens internet sont interactifs. Cliquez directement sur le numéro de page intéressé. Vous avez la possibilité de revenir au sommaire ou de consulter la liste des acronymes via les boutons situés en bas de chaque page.

## 3 Généralités : les bases à connaître

Institutions et financements .....	4
Cadre réglementaire .....	6
Au-delà de la réglementation .....	7
Rôle et responsabilité du maître d'ouvrage .....	11

## 15 Phasage du projet

Diagnostic et définition des besoins .....	16
Adéquation du budget avec les besoins : raisonnement en coût global .....	18
Etapes clés : de la phase préalable à la fin de vie du bâtiment .....	19

## 23 Conception

Implantation du bâtiment .....	24
Architecture bioclimatique .....	27
Agencement des zones du bâtiment et gestion des flux .....	30

## 33 Construction et performance énergétique du bâtiment

Isolation thermique .....	34
Toitures végétalisées .....	42
Matériaux de construction .....	44

## 49 Fonctionnement et maîtrise des consommations

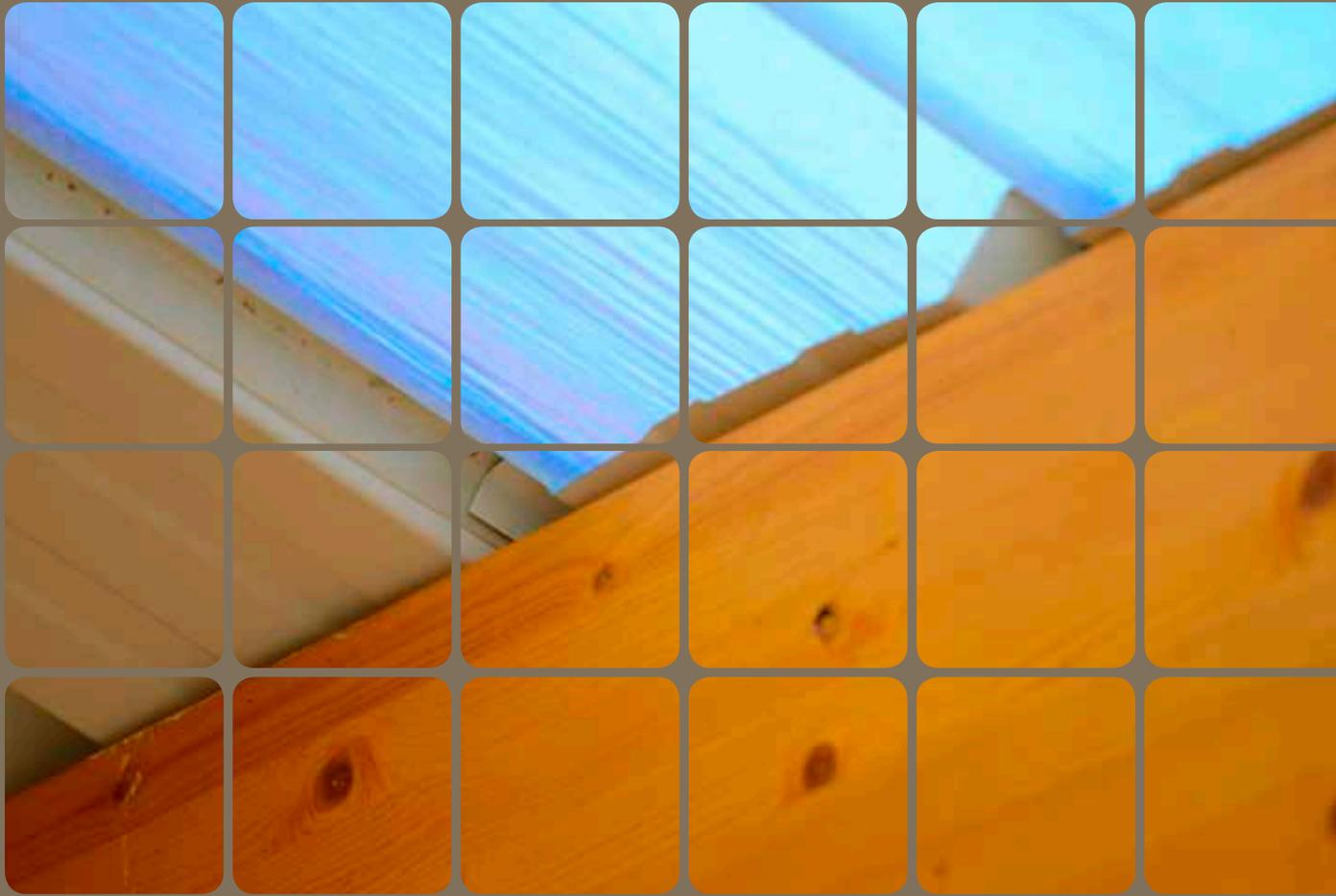
Ressource en eau .....	50
Eclairage .....	53
Circulation d'air et ventilation .....	58
Chauffage et Refroidissement .....	64
Solaire thermique .....	67
Pompes à chaleur .....	70
Production d'électricité .....	74
Bois énergie .....	79



# Acronymes

<b>ADEME</b>	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
<b>AFNOR</b>	Agence Française de NORmalisation
<b>BRGM</b>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
<b>CAUE</b>	Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement
<b>CCI</b>	Chambre de Commerce et d'Industrie
<b>CRCI</b>	Chambre Régionale de Commerce et d'Industrie
<b>COFRAC</b>	COmité FRançais d'ACcréditation
<b>CSTB</b>	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
<b>DDFIP</b>	Direction Départementale des Finances Publiques
<b>DDT</b>	Direction Départementale des Territoires
<b>DRAC</b>	Direction Régionale des Affaires Culturelles
<b>DREAL</b>	Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
<b>EDF</b>	Electricité De France
<b>ERDF</b>	Electricité Réseau Distribution France
<b>FREC</b>	Fonds Régional Environnement Climat
<b>FREME</b>	Fonds Régional pour l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie
<b>GDF</b>	Gaz De France
<b>IGN</b>	Institut Géographique National
<b>INPN</b>	Inventaire National du Patrimoine Naturel
<b>LED</b>	Diode Electro Luminescente
<b>PAC</b>	Pompe à Chaleur
<b>PLU</b>	Plan Local d'Urbanisme
<b>PPE</b>	Plan de Performance Energétique
<b>PPR</b>	Plan de Prévention des Risques
<b>RT</b>	Réglementation Thermique
<b>SAGE</b>	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
<b>SDAGE</b>	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
<b>SHOB</b>	Surface Hors d'Oeuvre Brute
<b>SHON</b>	Surface Hors d'Oeuvre Nette
<b>ZNIEFF</b>	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique





## Généralités

# les bases à connaître

Vous avez un projet de construction ou de réhabilitation d'un bâtiment et vous souhaitez soigner sa qualité technique et environnementale.

Dans ce cas, quelques bases sont utiles à connaître :

- les partenaires institutionnels et financiers,
- le cadre réglementaire,
- le contenu des démarches volontaires en matière de qualité environnementale des bâtiments,
- vos responsabilités en tant que maître d'ouvrage.

Ces différents points sont abordés de manière très synthétique dans ce premier chapitre.

# Institutions et financements

Le relais institutionnel est un partenaire à part entière dans tout projet. Il peut apporter des informations sur la démarche à mettre en œuvre, conseiller certains équipements et parfois fournir un appui financier pour la mise en œuvre de solutions réduisant l'impact environnemental du projet.

## 1 L'ADEME



Premier interlocuteur sur la maîtrise de l'énergie, l'ADEME\* fournit un appui technique et financier dans les domaines suivants :

- Accompagnement des études préalables :
  - Pré-diagnostic permettant d'identifier rapidement les gisements d'économies d'énergie envisageables,
  - Diagnostic approfondi,
  - Etude de faisabilité technico-économique pour la mise en œuvre de solutions techniques.
- Accompagnement des investissements à caractère démonstratif ou exemplaire.

- Accompagnement, par le biais de journées techniques et la diffusion de plaquettes.

Pour plus d'informations, retrouvez les coordonnées de la direction régionale dont vous dépendez sur [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

## 2 Les dispositifs de financement nationaux et partenariats régionaux

A l'échelle nationale, il existe des dispositifs d'aides à l'investissement tels que le PPE\*, le fonds chaleur renouvelable, l'amortissement exceptionnel sur douze mois. Leur mise en œuvre est régionale ou départementale via les DDT\*, les DDFIP\* ou l'ADEME\*.

Parallèlement, en région et en partenariat avec l'ADEME\*, il existe :

En Champagne-Ardenne	En Picardie	En Ile-de-France
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>FREC*</b> c'est une aide spécifique pour les projets de maîtrise de l'impact des bâtiments sur l'environnement.</li><li>• <b>Contrat de projet PME éco-développement</b> : favorise la mise en place d'un projet d'investissement global et significatif en termes de création d'emplois et de protection de l'environnement.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>FREME*</b> : stimule les activités conciliant développement économique et maîtrise de l'énergie.</li><li>• <b>Fond d'avance remboursable énergie-climat</b> : soutient les projets de maîtrise de l'énergie et de développement des énergies renouvelables.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Aides énergie</b> : ce sont des aides pour des études ou des opérations en lien avec la maîtrise de l'énergie et les énergies renouvelables (éolien, bois énergie, PAC*, solaire thermique et géothermie).</li></ul>
Contacter la Direction du Développement Économique de la Région <a href="http://www.cr-champagne-ardenne.fr">www.cr-champagne-ardenne.fr</a>	Rendez-vous directement sur le guide des aides de la Région : <a href="http://www.cr-picardie.fr">www.cr-picardie.fr</a>	Rendez-vous directement sur le guide des aides de la Région rubrique environnement <a href="http://www.iledefrance.fr/aides-regionales-2">www.iledefrance.fr/aides-regionales-2</a>

3

## Les Chambres de commerce et d'industrie

Les CCI\* représentent un appui précieux car elles sont au fait des problématiques rencontrées par les entreprises. Elles développent de plus en plus de programmes d'actions sur la réduction des

consommations énergétiques. A la fois au niveau régional (CRCI\* Champagne-Ardenne et Picardie) et départemental (CCI\* Aisne, Aube, Marne, Haute-Marne et Seine-et-Marne), il existe un

accompagnement technique et financier permettant de faire le point sur ses consommations énergétiques et de mettre en œuvre des actions pour les réduire.

4

## Les partenaires associés

### La mission écoconstruction de l'Aube

Elle a pour but de développer la connaissance et l'utilisation des techniques de l'écoconstruction auprès du grand public et des professionnels.

[www.ecoconstruction-aube.fr](http://www.ecoconstruction-aube.fr)

### Les chargés de mission bioénergies, énergies et agriculture

Rattachés aux Chambres d'agriculture, ils conseillent les agriculteurs et viticulteurs sur les

projets d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables. Contactez la direction Champagne-Ardenne de l'ADEME\* qui vous dirigera vers les personnes compétentes.

### Les centres de ressource régionaux BEEP : Bati Environnement Espace Pro

Dédiés à tous les acteurs de la construction et de l'aménagement, ils fournissent des informations techniques et pra-

tiques sur la construction durable (liste d'acteurs concernés, exemples d'initiatives régionales, expertise). Pour trouver votre centre en région :

[www.reseaubEEP.fr](http://www.reseaubEEP.fr)

### Les espaces info-énergie

Dédiés spécifiquement aux particuliers, ils peuvent répondre néanmoins à des questions relatives à l'efficacité énergétique. Pour trouver l'espace le plus proche de chez vous :

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)



En France, il n'existe pas de réglementation globale pour les bâtiments. En fonction de leur destination, ils sont soumis à des réglementations spécifiques telles que, par exemple, celle sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), les Etablissements Recevant du Public (ERP) ou bien le Code du Travail. La Réglementation Thermique à quant à elle pour objectif de maîtriser la performance énergétique des bâtiments.

## 1 Réglementation Thermique : définition et champs d'application

La Réglementation Thermique est un ensemble de règles à appliquer dans le domaine de la construction afin d'augmenter le confort des occupants tout en réduisant la consommation énergétique des bâtiments.

Elle impose des performances minimales sur l'isolation des murs, planchers, toitures, parois vitrées, chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, ventilation mécanique, éclairage et utilisation d'énergies renouvelables.

Certains bâtiments, ou parties de bâtiments ne sont pas soumis à la Réglementation Thermique eu égard aux process spécifiques qu'ils accueillent.

Qu'ils soient neufs ou existants, les bâtiments viticoles et vinicoles sortent du champ d'application de la Réglementation Thermique, sauf pour les parties non régulées spécifiquement pour le process tels que les bureaux et les locaux d'accueil et de réception.

## 2 La RT 2012\*

Suite logique des réglementations thermiques précédentes (2000, 2005), la RT 2012\* prend ses racines dans les lois Grenelles I et II.

L'objectif général d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments neufs de 40 % d'ici à 2020 passe par :

RT 1974-2005\*  
Obligations de moyens

RT 2012\*  
Obligations de résultats avec des objectifs chiffrés et mesurables sur la conception et la réalisation des bâtiments

### Obligations de moyens

- Isolation thermique : ratio maximums de pertes par les ponts thermiques.
- Accès à l'éclairage naturel.
- Mise en place de systèmes permettant de compter la consommation d'énergie.

### Obligations de résultats

- Confort d'été.
- Efficacité énergétique minimale grâce à une optimisation de la conception bioclimatique.
- Consommation maximale fixée en chauffage, eau chaude sanitaire, climatisation, électricité et auxiliaires (50 kWh/m<sup>2</sup>/an).

Pour ce qui est des bâtiments industriels, les champs d'application de la RT 2012 sont les mêmes que ceux de la RT 2005. Ils seront concernés à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2013.

**Pour plus d'informations sur la réglementation :**

[www.rt-batiment.fr](http://www.rt-batiment.fr)

## 1 Les démarches volontaires : quels bénéfices ?

Dans un contexte où les enjeux de protection de la planète sont omniprésents, la construction durable permet de générer des bâtiments qui possèdent toutes

les qualités habituelles (architecture, fonctionnalité, performances techniques) qu'on est en droit d'attendre, mais qui permettent en plus de réduire

durablement leur impact sur l'environnement et les coûts d'exploitation.



La construction durable et le souci de recherche de qualité et de performance des entreprises vitiviniçoles c'est :

Générer une meilleure appropriation des bâtiments par les futurs usagers et donc une plus grande satisfaction de ces derniers

Anticiper les exigences de demain

Relier votre entreprise au projet du territoire

Vous inscrire dans une démarche "qualité" et générer une bonne image de votre entreprise : vos bâtiments sont le reflet de votre politique. Une bonne intégration dans le site, la recherche d'une esthétique,... contribueront à votre image de marque

Bonifier votre investissement patrimonial car vous valorisez votre bâtiment sur le long terme

Anticiper les problématiques susceptibles d'être posées au cours de la durée de vie du bâtiment

Respecter la logique de productivité par l'optimisation du process (grâce aux réflexions sur l'organisation du travail et ses conditions, l'optimisation et l'utilisation des ressources, la réduction de la maintenance et des coûts de fonctionnement)



## La démarche de qualité environnementale

Réflexion sur la globalité du projet (aspects techniques, architecturaux, fonctionnels)

Réflexion à chaque étape du projet

Volontaire

La démarche de qualité environnementale

Réflexion sur des critères socio-économiques et environnementaux

Applicable à tout type d'opération (rénovation, réhabilitation, construction)

Applicable à tout type et toute taille de bâtiment

La différence majeure avec une démarche classique de construction ou de réhabilitation réside dans l'attention plus grande portée à l'analyse qualitative et quantitative des besoins et des impacts liés à la mise en œuvre des solutions choisies. Cela se traduit par un investissement plus important lors de la phase de réflexion. A cette étape, le maître d'œuvre doit connaître vos besoins afin de pouvoir les intégrer au travail de conception.

Des référentiels existent, avec leurs certifications associées, pour vous aider dans cette démarche. Ils permettent de fixer des objectifs en termes de qualité environnementale et de mobiliser des moyens pour les atteindre. Le plus ancien et le plus connu est le référentiel HQE®.

■ Zoom sur la démarche HQE®, Haute Qualité Environnementale [www.assohqe.org](http://www.assohqe.org)



Deux documents fondent la base de la HQE® pour les opérations de construction et de rénovation :

### Le Système de Management de l'Environnement

La qualité environnementale repose beaucoup plus sur le système de management mis en place au cours du projet que sur la technique pure. Cet outil permet de :

- définir les objectifs,

- définir les pratiques à mettre en place (moyens matériels),
- bien organiser le projet en précisant le rôle de chaque acteur (moyens humains),
- assurer que les procédures sont respectées et que les bonnes décisions ont été prises au bon moment,
- vérifier que les performances de la réalisation finale correspondent aux objectifs initiaux,
- progresser en améliorant perpétuellement le système.

### La Définition Explicite de la Qualité Environnementale

Définit ce que sont dans la pratique les qualités environnementales du bâtiment, de ses équipements et de la parcelle grâce à 14 cibles, pour lesquelles un certain nombre d'exigences et d'indicateurs (qualitatifs ou quantitatifs) sont fixés.



## ■ La hiérarchisation des cibles



Profil de qualité environnementale du bâtiment.

Source : ADEME.

Il est rarement possible d'agir de manière approfondie sur tous les points du référentiel. Les cibles étant interdépendantes, la réflexion sur l'une des cibles aura une répercussion directe sur d'autres. C'est pourquoi l'une des phases importantes de la démarche est celle de la hiérarchisation des exigences environnementales. Cette hiérarchisation doit se faire en fonction de l'analyse

du site, des exigences légales et réglementaires, des besoins et attentes des parties intéressées, de l'usage qui sera fait du bâtiment, de l'évaluation des coûts, etc.

Hiérarchiser les enjeux environnementaux et définir pour chacun l'un des trois niveaux de performance environnementale à atteindre est la voie à suivre.

### ATTENTION AU VOCABULAIRE

Le terme "norme" ou "label" HQE® ne peut être utilisé que si l'opération est certifiée. Si elle ne l'est pas, mais qu'elle répond aux exigences fixées par la démarche HQE®, on utilise le terme "démarche" HQE®. Attention cependant, Démarche HQE® est une marque déposée appartenant à l'association HQE® ! Aussi, si la démarche n'est appliquée que partiellement, on emploiera le terme "qualité environnementale".



## ■ La certification de la démarche

Afin de lutter contre l'auto-proclamation HQE® des bâtiments, une certification a été mise en place grâce à l'action conjointe de l'association HQE®, de l'ADEME\* et du CSTB\*. C'est l'AFNOR\* qui est habilitée à délivrer le certificat.

Tout comme votre engagement dans la démarche, le recours à la certification reste un acte volontaire, qui a un coût à ne pas négliger.

La certification ne constitue pas une condition pour se réclamer de la démarche HQE®, mais plus une assurance qui atteste du travail qui a été accompli et de la réalité des qualités environnementales obtenues ainsi qu'un moyen de communication pour valoriser l'action qui a été menée.

L'ADEME\* a aussi mis en place un certain nombre de documents pour appuyer les projets de construction durable.

Un livret de bord pour la démarche HQE® ainsi qu'un outil de suivi du système de management d'opération sont disponibles sur [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

### NOTRE CONSEIL

Outre l'évidence de faire appel à des personnes ou services compétents en qualité environnementale des bâtiments, la mise en place d'une démarche HQE® nécessite un investissement humain et financier conséquent. Quelle que soit la taille du projet, s'inspirer de cette démarche est un premier pas important.

3

## Les labels et certifications : attester de votre démarche et de vos performances

Le bâtiment peut porter un signe de qualité ou une certification attestant de la mise en œuvre d'une démarche de qualité environnementale par le suivi d'un référentiel. La démarche est coûteuse mais

elle permet de garantir la qualité technique du bâtiment et la pérennité, de prouver la qualité environnementale, d'afficher les performances et de communiquer plus facilement. Afin de différencier signe de qualité et

certification, l'Agence Qualité Construction a mis à disposition sur son site internet ([www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)) un document reprenant l'ensemble de ces démarches avec leurs domaines d'application.

	Appellation ou autre signe	Certification
Porteur du signe	Le bâtiment	Le bâtiment (peut résulter de l'engagement d'un professionnel sur toute sa production)
Organisme délivrant le signe	Association de filière professionnelle	Tierce partie accréditée par le COFRAC*
Cadre juridique	-	Code de la consommation
Document de référence	Charte d'engagement et/ou référentiel technique	Référentiel de certification
Evaluation	Audit documentaire	Evaluation sur dossier + audit du management sur site + vérification technique sur site
Procédure d'évaluation	Pas de procédure	Oui pour certains
Utilisation de produits certifiés	Possible	Exigible
Exigence d'un niveau d'efficacité énergétique	Pas nécessaire (non défini par la réglementation)	Oui (certains définis par arrêté : tableau ci-dessous)

Parallèlement, des labels, définis par arrêtés, se sont mis en place pour caractériser des performances supérieures afin d'inciter à dépasser la réglementation. En voici quelques exemples :

Label	Objectif
BBC-effinergie® 2005 : bâtiment Basse Consommation énergétique	Consommation énergétique primaire conventionnelle de 65 kWh/m <sup>2</sup> /an en Champagne
THPE EnR 2005 : très Haute Performance Énergétique mention "énergies renouvelables et pompes à chaleur"	RT 2005 -30 % de consommation énergétique conventionnelle + minimum de 50 % d'eau chaude sanitaire solaire + minimum de 50 % de chauffage biomasse (ou chauffage sur un réseau de chaleur alimenté à plus de 60 % par des énergies renouvelables)
HPE EnR 2005 : Haute Performance Énergétique mention "énergies renouvelables et pompes à chaleur"	RT 2005 -10 % de consommation énergétique conventionnelle +50 % de la consommation pour le chauffage assurée par la biomasse ou bâtiment raccordé à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60 % par des énergies renouvelables
THPE 2005 : Très Haute Performance Énergétique	RT 2005 -20 % de consommation énergétique conventionnelle
HPE 2005 : Haute Performance Énergétique	RT 2005 -10 % de consommation énergétique conventionnelle
HPE rénovation 2009 : Haute Performance Énergétique rénovation	Consommation énergétique primaire de 150 kWh/m <sup>2</sup> /an (modulée selon la zone climatique et l'altitude)
BBC rénovation 2009 : bâtiments construits après le 1 <sup>er</sup> janvier 1948	Consommation d'énergie primaire de 80 kWh/m <sup>2</sup> /an (modulée selon la zone climatique et l'altitude)



# Rôle et responsabilité du maître d'ouvrage

## RÔLE DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Fixer des exigences en matière de qualité, délais et prix.  
 Définir le programme de construction.  
 Veiller au bon déroulement de l'opération de construction.  
 Réceptionner la construction une fois terminée.

1

## Les autorisations administratives préalables : lesquelles demander ?

Tout projet réclame une déclaration ou un permis. Depuis le 1<sup>er</sup> octobre 2007, il existe trois permis (de construire, d'aménager, de démolir), ainsi qu'une déclaration préalable pour certains travaux et aménagements. Les règles de décisions sont les suivantes :



Permis de construire <sup>(1)</sup>	Déclaration préalable (procédure allégée)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructions créant une SHOB* &gt; 20 m<sup>2</sup>.</li> <li>• Travaux modifiant le volume d'un bâtiment existant avec percement ou agrandissement d'une ouverture sur un mur extérieur.</li> <li>• Changements de destination avec travaux modifiant les structures porteuses ou les façades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constructions créant une SHOB* telle que :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 m<sup>2</sup> &lt; SHOB* &lt; 20 m<sup>2</sup>,</li> <li>- SHOB* &lt; 2 m<sup>2</sup> mais hauteur &gt; 12 m,</li> <li>- SHOB* &lt; 20 m<sup>2</sup> dans les secteurs sauvegardés, les sites classés, les réserves naturelles et les espaces ayant vocation à être classés en parc national.</li> </ul> </li> <li>• Murs dans ces mêmes sites.</li> <li>• Transformation de plus de 10 m<sup>2</sup> de SHOB* en SHON*.</li> <li>• Changements de destination non soumis à permis de construire</li> <li>• Travaux de ravalement modifiant l'aspect extérieur des bâtiments existants.</li> </ul>
Permis d'aménager	Permis de démolir
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travaux de lotissement (divisions foncières).</li> <li>• Travaux de remembrement.</li> <li>• Travaux d'affouillement (creusage) ou exhaussement (surélévation) du sol de profondeur ou hauteur &gt; 2 m et de superficie ≥ 100 m<sup>2</sup>.</li> </ul>	<p>Travaux démolissant ou rendant inutilisable tout ou partie d'une construction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dans un secteur sauvegardé avec périmètre délimité ou dans un périmètre de restauration immobilière,</li> <li>- dans le champ de visibilité d'un monument historique ou dans une zone de protection du patrimoine architectural, urbain ou paysager.</li> </ul> <p>Sauf s'ils sont effectués :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sur un bâtiment menaçant ruine ou sur un immeuble insalubre,</li> <li>- en application d'une décision de justice devenue définitive.</li> </ul>

<sup>(1)</sup> Un permis de construire n'est plus valable dès lors que les travaux ont été interrompus pendant plus d'un an ou que sa délivrance date de plus de trois ans.

## 2 Les corps de métier à faire intervenir

Le recours à un architecte est obligatoire pour une modification ou construction dont la SHON\* est supérieure à 170 m<sup>2</sup>. Dans tous les cas, vous devez signer avec le délégataire de maîtrise d'œuvre un "contrat de maîtrise d'œuvre" qui précise :

- l'étendue exacte des missions pour lesquelles il est engagé,

- les modalités de rémunération, le mode de règlement des honoraires et le calendrier des paiements,

- les délais à respecter pour l'exécution des différents documents,

- les assurances légales à souscrire.

Dans le cas particulier d'une construction (ou modifica-

tion) d'un bâtiment dans un secteur protégé ou une Zone de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager, il faut s'adresser aux architectes des bâtiments de France. Cette démarche est à prendre en compte dès le début du projet pour les délais supplémentaires qui en découlent.

## 3 Réception de l'ouvrage

Elle s'effectue une fois les travaux terminés, en une seule fois, ou avec chaque entreprise ayant signé des marchés. Elle doit obligatoirement être consignée dans un procès-verbal écrit, signé par les parties en présence. Cela permet de constater l'achèvement des travaux et leur conformité.



## 4 Les garanties sur l'ouvrage

La responsabilité décennale est une responsabilité de plein droit. La simple constatation d'un dommage induit la responsabilité du constructeur qui a réalisé l'ouvrage. Attention cependant, les dommages issus de l'usure normale, de défauts d'entretien ou d'usage anormal ne sont pas couverts par cette garantie.



# Rôle et responsabilité du maître d'ouvrage

## Garanties sur les dommages aux travaux pendant leur exécution :

C'est l'entreprise qui réalise les travaux qui est responsable des dommages, quelle qu'en soit la cause

## Garantie biennale de bon fonctionnement :

L'entreprise est tenue de réparer les défauts qui affectent tous les éléments d'équipement dissociables de l'ouvrage, c'est-à-dire qu'on peut enlever, démonter ou remplacer sans détérioration du gros œuvre (faux-plafond, moquettes, revêtement mural, radiateur, ...).

Les entreprises ont la possibilité de contracter une assurance pour cette garantie, c'est aussi un gage de sécurité pour vous, car vous serez ainsi assuré qu'elle réalisera bien les travaux nécessaires à la réparation des dommages.



## Garantie de parfait achèvement :

L'entreprise doit réparer les dommages situés dans ses travaux (sauf s'ils résultent des effets de l'usure normale ou de l'usage), quelle que soit leur gravité et dès lors que vous le signalez (grâce aux réserves établies au procès-verbal de réception ou par voie de notification écrite pour les désordres révélés dans l'année de la réception).

## La garantie décennale ou responsabilité décennale :

L'entreprise est tenue de réparer les défauts qui affectent tous les éléments d'équipement indissociables de l'ouvrage (canalisations encastrées, installation de chauffage central, de plomberie...).

Les dommages doivent remplir l'une de ces conditions :

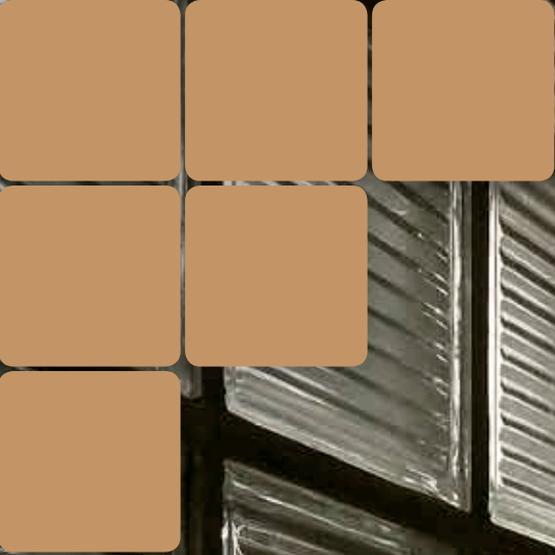
- Compromettre la solidité de l'ouvrage (effondrement d'une charpente, affaissement des fondations, fissuration de la structure...),
- Affecter la solidité des équipements qui font corps avec l'ouvrage,
- Rendre l'ouvrage impropre à sa destination (infiltration d'eau par la toiture, défaut généralisé de ventilation, de chauffage...).

## NOTRE CONSEIL

Mieux vaut prévenir que guérir. Pour limiter au maximum les risques :

- Vérifier que les entreprises respectent les normes, Documents Techniques Unifiés (DTU) et règles professionnelles ainsi que la réglementation et les règles d'urbanisme,
- Inscrire noir sur blanc les engagements contractuels,
- Demander les attestations d'assurance de vos partenaires.







## Phasage du projet

Une démarche de qualité environnementale implique de raisonner les différentes étapes du cycle de vie du bâtiment. Il est donc nécessaire de bien phaser le projet pour en avoir une vision globale. Il s'agit :

- de diagnostiquer correctement ses besoins,
- de chiffrer le budget en coût global en intégrant l'investissement et le fonctionnement,
- de prendre en compte dès le départ les différentes étapes allant de la réflexion préalable à la déconstruction du bâtiment.

# Diagnostic et définition des besoins



L'identification et l'analyse des besoins est une étape primordiale à tout lancement de projet de construction ou de réhabilitation. Quelques réflexes s'imposent alors :

**Réflexe 1** : se baser sur son expérience professionnelle et celle des utilisateurs pour définir les besoins. Faire le point sur votre mode de fonctionnement actuel, ses avantages et ses inconvénients est le point de départ de toute réflexion.

**Réflexe 2** : tirer parti au maximum des possibilités offertes par les bâtiments existants. Avant de parler construction, extension ou réhabilitation, s'assurer que les bâtiments existants ont une utilisation optimisée.

**Surface suffisante mal utilisée = je réhabilite le bâtiment**  
**Manque de surface = je construis, j'étends le bâtiment**

**Réflexe 3** : lorsqu'une réhabilitation est possible, elle est à privilégier. Il ne sert à rien de construire pour construire. La réhabilitation d'un bâtiment ayant une base saine est tout à fait envisageable.



# Diagnostic et définition des besoins

**Réflexe 4** : rechercher la fonctionnalité. Le bâtiment doit être adapté au process (pressurage, vinification, stockage,...), aux équipements qui y sont installés (chaînes, cuves,...) ainsi qu'à une façon de travailler et non l'inverse. Ceci passe par :

La définition des volumes du bâtiment (hauteurs, surfaces) pour l'installation des équipements, le stockage, la gestion des flux de matière.

L'accessibilité du bâtiment pour les trajets, les vendanges, la réception et l'expédition des moûts ou des palettes de bouteilles.

La disposition des points d'eau, des prises électriques et des systèmes de récupération des effluents.

L'intégration de l'éclairage, de la ventilation, de l'aération et de la climatisation.



**Réflexe 5** : rechercher l'adaptabilité. Un bâtiment est fait pour durer, il faut donc prendre en compte l'évolution possible de l'activité.

## Flexibilité

- Restructuration possible des espaces intérieurs de votre bâtiment pour les orienter vers une autre destinée.
- Ouvrages intérieurs facilement démontables (cloisons, revêtements, équipements).
- Changements possibles dans les raccordements.

## Adaptabilité

- Capacité d'extension de votre bâtiment.
- Sur une partie de terrain que vous avez décidé de conserver.
- Par ajout de stratifications sur le bâtiment (étages ou sous-sol) ce qui suppose d'avoir réfléchi sur le plan de masse, la volumétrie et l'aménagement intérieur, mais aussi sur les façades et le système constructif.

## Evolutivité

- Possibilité d'intégrer les évolutions et innovations en matière de performance technique (chauffage, ventilation, éclairage) et de conception des espaces de travail.



# Adéquation du budget avec les besoins : raisonnement en coût global

## CHASSE AUX IDÉES REÇUES

La mise en place d'une démarche de qualité environnementale entraîne parfois un surcoût lors de l'investissement. Les économies générées lors du fonctionnement viennent toutefois le réduire, voire l'annuler.

L'analyse budgétaire doit donc se faire au regard des coûts directs (investissement) et différés (exploitation, entretien, maintenance, fin de vie).

### Le coût d'investissement

Dépenses effectuées depuis l'origine du projet jusqu'à la réalisation et la mise en service du bâtiment :

- les coûts du foncier,
- les coûts d'études,
- les coûts d'accompagnement de la mission de maîtrise d'ouvrage,
- les coûts des travaux et des équipements,
- les coûts financiers et divers (frais d'emprunt, taxes, assurances, frais de branchement aux réseaux, etc.).

### Le coût de fonctionnement

Dépenses effectuées après la mise en service du bâtiment :

- les coûts de maintenance (courante, préventive, curative et renouvellement des équipements),
- les coûts d'exploitation (activités hébergées, consommation d'énergie et de fluides, gestion des déchets),
- le coût des travaux liés à des modifications fonctionnelles du bâtiment (réhabilitations),
- le coût de pilotage de l'ensemble de l'exploitation,
- le coût de fin de vie (démolition).

## Les transferts de coûts dus à la prise en compte de la qualité environnementale

Ce qui augmente	Ce qui diminue	Exemples
Le coût des études	Les coûts d'exploitation (et éventuellement de construction)	Etude thermique poussée qui permet de réduire voire éviter les charges de chauffage ou de climatisation
Les investissements		Mise en place de LED* plus chères à l'investissement mais moins consommatrices et de durée de vie plus longue



# Etapes clés : de la phase préalable à la fin de vie du bâtiment

Au nombre de huit, elles jalonnent la vie d'un bâtiment depuis sa construction jusqu'à sa déconstruction. Il convient de les aborder dès l'étape projet. Ces étapes clés sont les suivantes :

<b>1</b> Phase préalable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Choix d'une assistance technique</li><li>• Faisabilité de l'opération</li><li>• Implantation</li></ul>	<b>5</b> Réalisation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Assistance aux contrats de travaux</li><li>• Préparation du chantier</li><li>• Chantier</li></ul>
<b>2</b> Programmation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hiérarchisation des cibles</li><li>• Budget</li><li>• Programme</li></ul>	<b>6</b> Réception	<ul style="list-style-type: none"><li>• Suivi pendant la période de garantie</li></ul>
<b>3</b> Sélection des concepteurs	<ul style="list-style-type: none"><li>• Préparation</li><li>• Présélection</li><li>• Concours</li><li>• Marché</li></ul>	<b>7</b> Utilisation	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entretien</li><li>• Maintenance</li></ul>
<b>4</b> Conception	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esquisse</li><li>• Avant-Projet Sommaire</li><li>• Avant-Projet Définitif</li><li>• Etude de projet /Dossier de consultation des entreprises</li></ul>	<b>8</b> Fin de vie	<ul style="list-style-type: none"><li>• Déconstruction</li></ul>



## 1 Phase préalable

**Choix d'une assistance technique :** à moins de disposer de compétence en interne, il est conseillé d'avoir recours à un maître d'œuvre. Cette mission est

réalisée par un architecte ou un bureau d'études.

**Faisabilité de l'opération :** estimation sommaire des coûts d'investissement et d'exploitation afin

de vérifier que l'investissement est compatible avec le budget.

**Implantation :** comparer les avantages et inconvénients de différentes localisations du projet.

## 2 Programmation

**Hiérarchisation des cibles :** elle permet de lister par ordre de priorité les cibles à atteindre (techniques, économiques, environnementales).

**Budget :** il doit être en adéquation avec le cahier des charges. Un budget trop généreux n'encourage pas à la recherche de solutions adéquates et à l'inverse, un budget trop restreint peut conduire à une baisse de qualité.

### Contenu d'un programme classique

- Description générale de l'opération et de son cadre.
- Définition des contraintes et exigences fonctionnelles, techniques et architecturales, avec conditions d'entretien et de maintenance.
- Evaluation du montant de l'enveloppe budgétaire (investissement et exploitation).
- Recueil de données (site, climat..) nécessaires à l'élaboration du projet.

# Etapes clés : de la phase préalable à la fin de vie du bâtiment



## 3 Sélection du concepteur

Etape importante car elle scelle la collaboration tout au long du projet. La sélection du concepteur s'appuie sur la note d'in-

tention qu'il rend vis-à-vis de tous les aspects du programme (économique, technique, architectural et environnemental).

Il convient de fixer avec le concepteur le niveau de prestation qu'il assurera sur le projet.

## 4 Conception

Esquisse, Avant-Projet Sommaire (APS) et Avant-Projet Définitif (APD) permettent d'affiner la description de l'ouvrage, les choix techniques ainsi que le budget prévisionnel pour les travaux. Le Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) est la synthèse des objectifs, des moyens (choix techniques effectués) et des résultats à atteindre.

### A chaque étape de choix

- Se poser la question : n'existe-t-il pas une solution alternative qui répondrait aussi bien à mes besoins, mais qui serait meilleure d'un point de vue environnemental ?
- Ne pas hésiter à sortir des sentiers battus, remettre en cause les solutions traditionnelles et chercher des solutions alternatives.

## 5 Réalisation

**L'Assistance aux Contrats de Travaux est la phase de sélection des entreprises qui travailleront sur le chantier.**

**Les critères de choix sont :**

- appréciation des coûts d'investissement et des coûts différés fournis,
- optimisation basée à la fois sur des critères techniques, économiques et environnementaux,
- appréciation du risque avec marge de sécurité sur les devis,
- savoir-faire (procédures standardisées, documentation...),
- engagement dans une démarche qualité.



### Vous pouvez demander aux entreprises

- un cadre de décomposition des coûts de maintenance : coût d'entretien annuel, durée de vie, coût de renouvellement,
- un bordereau des caractéristiques environnementales pour chaque ouvrage.

# Etapes clés : de la phase préalable à la fin de vie du bâtiment

## 6 Réception

La réception du bâtiment marque la fin du chantier et le début des périodes de garantie. Elle permet de contrôler la conformité avec le programme initial ainsi que le bon fonctionnement des ouvrages.

## 7 Vie du bâtiment : entretien et maintenance

C'est la phase qui impacte généralement le plus sur l'environnement.

### Les enjeux

- Maintenir le bâtiment et ses équipements dans un état permettant d'assurer les services pour lesquels il a été conçu et ce, le plus aisément possible et à moindre coût.
- Réduire les prélèvements de ressources (matière et énergie) et limiter les risques sur l'environnement.

La fréquence et la nature des opérations d'entretien et de maintenance doivent être pensées dès la phase de conception afin de les faciliter et de limiter leur impact sur l'environnement :

### Les leviers d'actions

- Mise en place d'un suivi et d'opérations d'entretien régulières.
- Formation et sensibilisation des utilisateurs.

- faciliter l'accès pour le nettoyage et l'entretien,  
- limiter les salissures (choix des couleurs, revêtements, traitements spécifiques des soubassements...),

### Les outils

- Charte de bonne conduite des utilisateurs.
- Carnet d'utilisation et d'entretien-maintenance.

- favoriser le nettoyage (limiter les produits de finition qui exigent un renouvellement régulier).

## 8 Fin de vie du bâtiment

Elle doit être prévue dès la conception afin de réduire au maximum les déchets ultimes. Si le bâtiment

n'a pas fait l'objet d'une démarche de qualité environnementale, il est nécessaire de réaliser un diagnostic

pour déterminer les éléments réutilisables en vue d'une déconstruction sélective.

### NOTRE CONSEIL

Le projet n'est pas celui du concepteur, c'est avant tout le vôtre. Il faut le défendre tout au long de ses étapes en étant présent, en montrant de l'investissement pour toutes les phases du projet et en se l'appropriant totalement.



# Etapes clés : de la phase préalable à la fin de vie du bâtiment

## ILS TÉMOIGNENT DE LEUR EXPÉRIENCE

Le CIVC a fait le choix de l'exemplarité sur le domaine de Plumecoq (Chouilly) via la réalisation d'un bâtiment à double vocation : tertiaire et viticole. Le volet tertiaire est traité au travers de 2 x 180 m<sup>2</sup> de locaux à destination sociale. Le volet viticole est composé d'un hall de 400 m<sup>2</sup> et d'un bâtiment réhabilité de 300 m<sup>2</sup>. Cet ensemble compact, semi-enterré, a été réalisé dans un esprit d'écoconception utilisant différentes solutions techniques :

- les matériaux durables à faible empreinte carbone comme le bois recyclé pour le cloisonnement intérieur, le lamellé-collé pour la charpente, le bois d'origine française (douglas, chêne rouge, hêtre et mélèze) pour les huisseries intérieures/extérieures et les volets,
- une isolation renforcée pour les murs et plafonds (250 et 320 mm de laine de verre),
- un triple vitrage au nord et d'un double vitrage à l'est et à l'ouest,
- la limitation des ouvertures au nord,
- l'éclairage basse consommation avec détecteur de présence sur l'ensemble du bâtiment,
- un puits canadien associé à une centrale double flux à haut rendement pour la régulation de la température,
- une récupération des eaux pluviales pour le nettoyage des sols et des véhicules (60 m<sup>3</sup> + 30 m<sup>3</sup>),
- 235 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques d'une puissance de 32,2kWc, pour compenser les consommations électriques du bâtiment.

Xavier Rinvile, chargé de la conduite du projet au CIVC, nous donne les clés pour mener à bien une telle réalisation :

- *"Tout d'abord, il est nécessaire de créer un climat de confiance et de coopération entre la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage. La première contrainte d'un bâtiment écoconçu est que technique-ment, c'est compliqué.*
- *Il faut s'entourer d'entreprises habituées à travailler ensemble et dans l'esprit de l'écoconception.*
- *Il est nécessaire d'avoir le souci du détail pour aller jusqu'au bout de la réflexion.*
- *Mais pour autant, faire simple reste un gage de qualité : le mieux est l'ennemi du bien. L'exploitation du bâtiment ne doit pas être une contrainte et rien ne sert d'empiler des couches d'automatismes.*
- *Impliquer les utilisateurs dans la conception permet d'ouvrir l'approche sur l'exploitation du bâtiment.*
- *Ne pas hésiter à tout remettre à plat à certains moments du projet, pour vérifier qu'on ne se trompe pas de direction et que le chemin que l'on prend est conforme avec les objectifs initiaux".*





## Conception

La conception initiale du projet est une étape déterminante. Il est particulièrement important de bien réfléchir :

- l'implantation dans l'espace du bâtiment,
- l'influence des éléments du climat sur les besoins énergétiques (ce qu'on appelle l'architecture bioclimatique),
- l'agencement des différentes zones fonctionnelles du bâtiment et la gestion des flux.

# Implantation du bâtiment

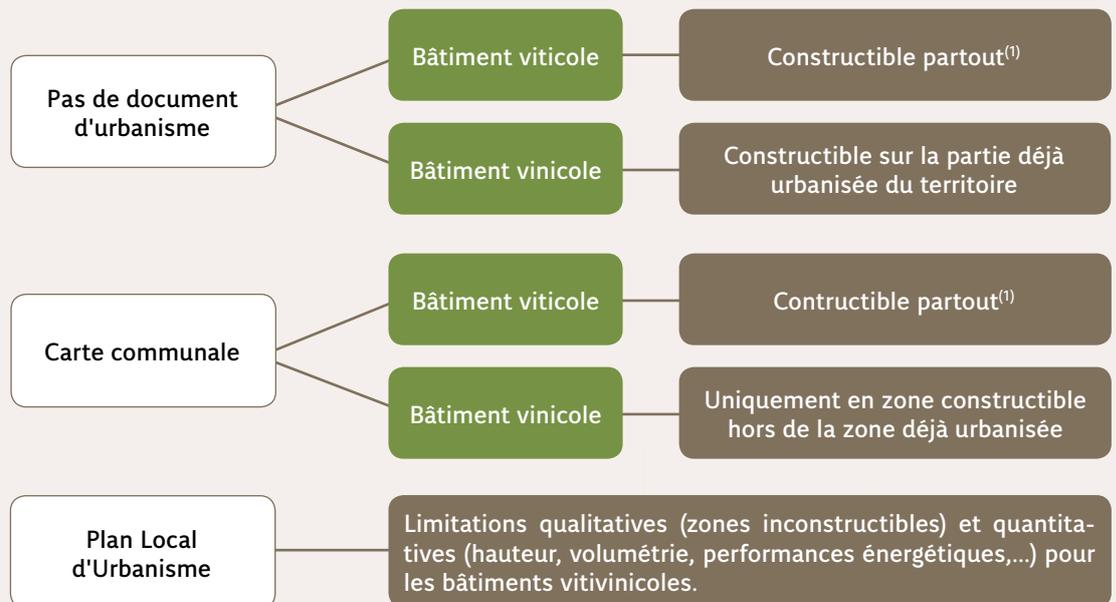
La conception d'un bâtiment neuf offre un large panel de possibilités et d'application de solutions techniques. Evidemment, celles-ci sont plus réduites dans le cadre d'une conception en réhabilitation à cause des contraintes de l'existant.

## 1 Bien choisir le terrain

Ce choix est crucial. De celui-ci découle la localisation, l'orientation, l'aménagement, et certaines charges de fonctionnement du bâtiment.

**Attention :** plus que la surface, c'est la forme de la parcelle qui peut limiter les possibilités d'implantation et notamment les possibilités de circulation.

### a Contraintes foncières



<sup>(1)</sup> hors périmètres de protection particuliers imposés.

### b Localisation par rapport à l'environnement bâti

#### - En cœur de commune

Elle impose des contraintes de forme de parcelle, de mitoyennetés sensibles, d'accessibilité ou d'extensions difficiles à terme. De plus, elle fixe une architecture qui se fond avec

celle des bâtiments voisins de manière à maintenir une certaine homogénéité du bâti.

#### - En entrée de commune

Elle offre une surface disponible plus grande et une

position publicitaire stratégique. De ce fait, la qualité du bâtiment (formes, couleurs, volumes) et de son environnement (accès, espaces verts) sont importants.

# Implantation du bâtiment

## - A l'extérieur de la commune

L'extérieur de la commune ne doit pas être considéré comme l'espace de toutes les libertés. En effet, le bâtiment surtout s'il est isolé, doit être conçu et construit en adéquation avec le paysage dans lequel il s'inscrit (positionnement par rapport au relief, couleurs favorisant l'intégration). La disponibilité foncière que l'on y rencontre facilite ce travail d'intégration mais rend aussi plus aisées les extensions de bâtiments.



## c Différentes questions à se poser lors du choix du terrain

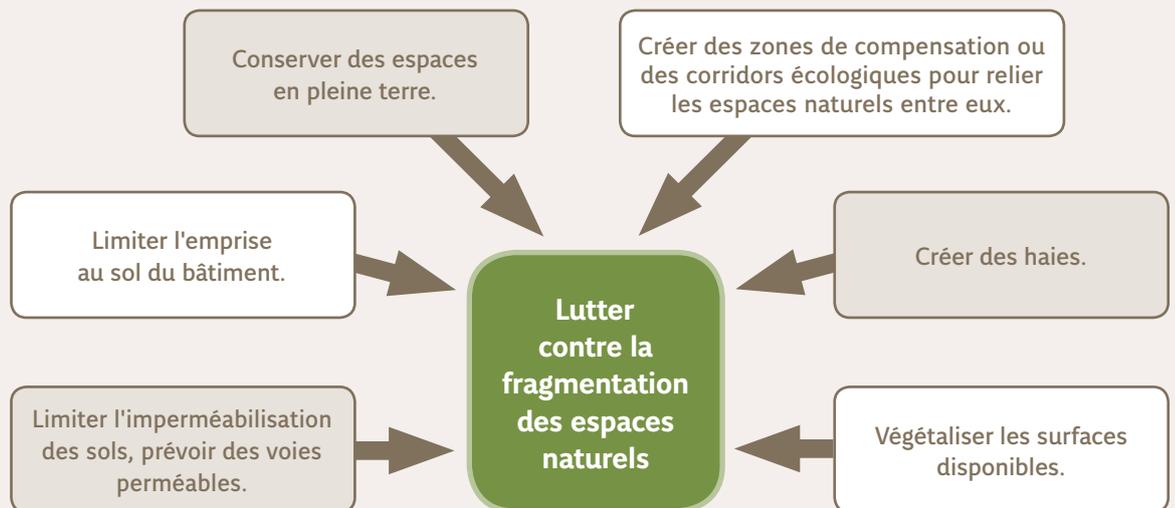
Thème	Points clés	Organismes référents	Éléments consultables
Topographie	Relief	IGN*, commune	- Plan topographique IGN* 1/25000
Hydrologie	Aquifères et ruissellements	Agence de l'Eau Seine-Normandie, commune, BRGM*	- Zone inondable - SAGE*/SDAGE* - Station Assainissement Eau Potable
Géologie	Sol et sous-sol (infiltration, ruissellement, perméabilité)	BRGM*, DDT*, Chambre d'agriculture	- Etude du sous-sol - Carte géologique
Milieu naturel et paysages	Espèces locales et milieu environnemental	DREAL*, commune, CAUE*, parcs naturels, INPN*	- Fiche ZNIEFF*, Natura 2000 - Dossier du PLU* - Charte du paysage
Milieu culturel	Patrimoine et spécificités qui s'y rattachent	CAUE*, DRAC*, commune, paysages de Champagne	- Monuments classés et inscrits - Sites classés et inscrits - Patrimoine architectural local - Matériaux utilisés dans la construction
Réseaux	Desserte	Communauté de communes, EDF*, GDF*, France Telecom...	- Plans et caractéristiques
Desserte et accessibilité	Modes de transport, espaces de manœuvre	Commune, Conseil Général	- Trafic, plan de déplacement urbain.
Cadre de vie	Niveaux sonores, pollution, systèmes de collecte	Commune, Communauté de Communes	- Annexes des PLU* (nuisances sonores) bilan des stations sur la qualité de l'air
Risques	Inondation, éboulement, glissement de terrain	Commune, DDT*	- Document d'urbanisme, PPR*



## 2 Limiter les impacts sur l'environnement et la biodiversité

Un des objectifs de la construction durable est de limiter au maximum les atteintes à l'environnement. Pour cela, il est nécessaire de veiller à ce que chaque nouvelle construction ou réhabilitation se fasse dans le respect des milieux naturel et culturel, afin de maintenir une cohérence paysagère et architecturale.

**Rappel Réglementaire :** l'insertion harmonieuse d'une construction dans son environnement relève de la responsabilité du concepteur. La loi n° 77-2 du 3 janvier 1977 modifiée sur l'architecture prévoit dans son article 1<sup>er</sup> que la création architecturale, la qualité des constructions, leur insertion harmonieuse dans le milieu environnant, le respect des paysages naturels ou urbains ainsi que du patrimoine sont d'intérêt public.

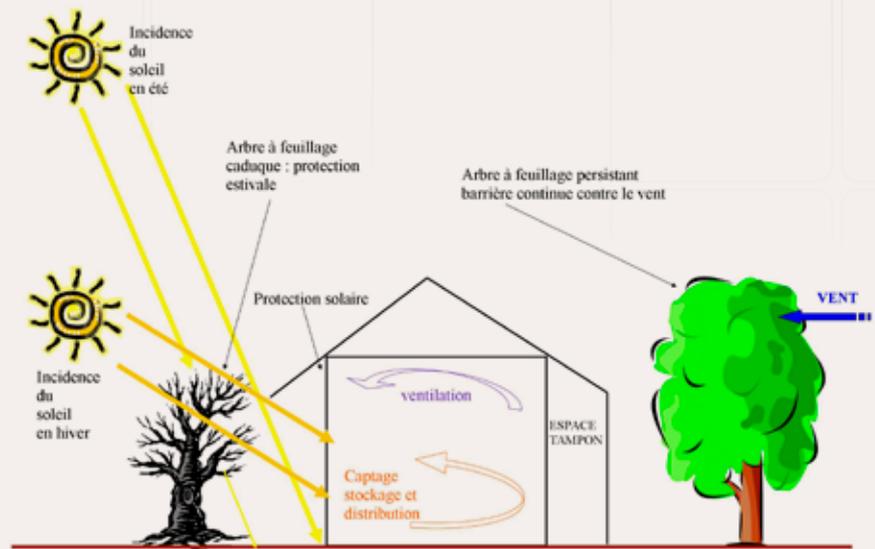


### L'intégration paysagère d'un bâtiment, c'est :

- l'implantation sur la parcelle :
  - éviter de construire au sommet d'une colline,
  - adapter le bâtiment à la topographie :
    - . mettre à profit un replat naturel pour éviter les remblais et déblais trop importants,
    - . implanter le bâtiment parallèlement aux courbes de niveau,
    - . profiter de la pente pour enterrer une partie du bâtiment,
  - jouer avec l'existant : les rangées d'arbres, la trame parcellaire, les constructions,
- les matériaux : privilégiez les matériaux traditionnels locaux et le bois,
- le traitement des espaces extérieurs : cours, aires de rangement, de stationnement, de manœuvre peuvent être délimités par des haies ou murets.



Le but de l'architecture bioclimatique est d'utiliser les éléments du climat et de l'environnement (les ressources bioclimatiques), pour réduire au strict minimum les besoins énergétiques du bâtiment.



Source : ADEME.

La conception bioclimatique =  
bâtir de manière à associer le bâtiment  
et son environnement.

Gestion de l'énergie via l'optimisation  
des apports naturels.



Intégration paysagère.

## 1 Limiter la prise au vent

En Champagne, nous sommes parfois soumis à des vents très froids en hiver qui engendrent des déperditions thermiques importantes sur les façades exposées. Il est possible de s'en protéger en utilisant par exemple :

- le relief du terrain (bâtiments enterrés ou semi-enterrés),
- la végétation (haies brise-vent),
- les constructions avoisinantes.



## 2 Optimiser le volume du bâtiment

- Le cube est la forme qui, pour un même volume, possède la plus petite surface de façades. Les déperditions thermiques sont donc limitées. Un bâtiment de stockage des vins peut être conçu sur ce principe et ce, afin de mieux maîtriser les échanges thermiques.

- Les autres formes de bâtiment possèdent des surfaces de façade plus importantes pour le même volume interne, et souffrent donc de plus fortes déperditions potentielles. En revanche, la distribution des locaux sur une ou plusieurs façades permet de les éclairer naturellement, d'organiser les flux entrants et sortants plus facilement.

### NOTRE CONSEIL

Un centre de pressurage doublé d'une activité de vinification-commercialisation s'accommode totalement d'un bâtiment de hauteur moyenne où les locaux d'activités différentes s'enchaînent les uns à la suite des autres.



3

## Favoriser l'éclairage naturel tout en gérant les apports thermiques

Les apports thermiques solaires peuvent être bénéfiques en hiver, mais inopportuns en été. Voici quelques réflexes permettant d'optimiser la gestion de ces apports :

### - L'orientation du bâtiment

Les apports thermiques au niveau des façades sont très variables selon les orientations et les saisons. Il faut donc veiller à orienter au mieux chaque zone du bâtiment en fonction de ses besoins thermiques.

### - La distribution des ouvertures

La lumière naturelle est la mieux adaptée à la physiologie humaine. C'est un facteur de confort et de santé pour les employés, qui

permet en outre de réduire la consommation énergétique liée à l'éclairage artificiel.

### - Optimiser la forme des fenêtres pour une meilleure efficacité :

- les situer en partie supérieure des parois **a**,
- préférer une seule grande ouverture plutôt que plusieurs petites pour uniformiser la répartition de la lumière,
- opter pour des fenêtres plus hautes que larges qui favorisent l'apport solaire en période hivernale.

### - Améliorer la qualité et le niveau d'éclairage des locaux profonds :

- utiliser un éclairage zénithal **b**,



- étudier les possibilités de puits de lumière, ou de conduits solaires.

### - Limiter les transferts de chaleur :

- utiliser des vitrages à faible émissivité.

### - Stocker la chaleur

Dans les zones où la température doit être régulée, l'isolation et l'étanchéité à l'air sont nécessaires de manière à conserver la chaleur l'hiver et la fraîcheur l'été. Privilégiez les matériaux lourds et massifs capables d'atténuer les fluctuations de température.



a



b

### NOTRE CONSEIL

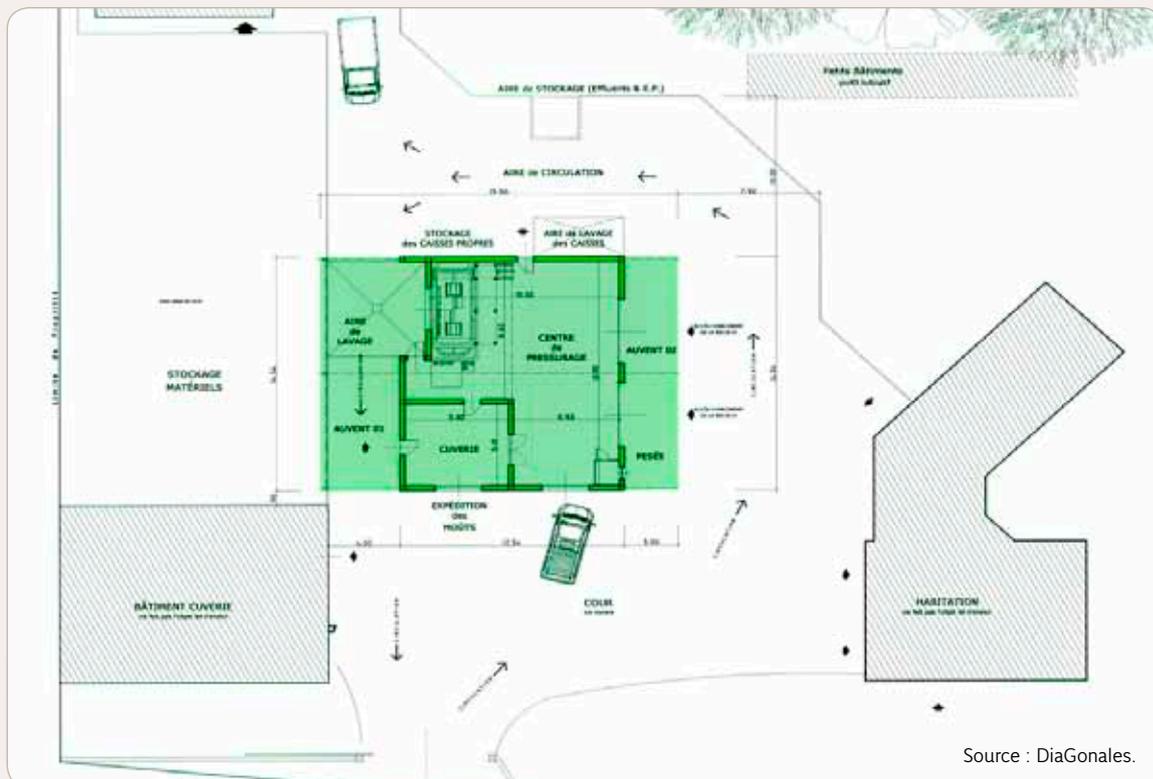
- L'orientation sud est à privilégier pour des zones tertiaires (bureaux) et des zones de chantier multi-activités afin d'améliorer le confort du personnel.
- L'orientation nord est à préférer pour les locaux devant maintenir une température la plus constante possible comme les stockages de bouteilles et les cuveries.

# Agencement des zones du bâtiment et gestion des flux

La plupart des bâtiments construits sont multifonctionnels, abritant plusieurs étapes du processus d'élaboration. La conception du bâtiment doit tenir compte de cet enchaînement d'étapes (le flux) afin d'en optimiser le fonctionnement et l'exploitation.

## 1 La gestion des flux

- c'est la mise en place des connexions qui existent entre les différentes unités de production du bâtiment, allant par exemple de la réception de la vendange jusqu'à l'expédition des bouteilles. Ces flux peuvent être des flux de matière (raisin, vin, emballages, palettes,...) ou de personnes,
  - elle organise les différentes zones de travail les unes par rapport aux autres pour limiter le croisement de ces flux et assurer leur continuité,
  - elle assure également un espace suffisant pour la circulation (passage de chariots élévateurs, transpalettes) et intègre les flux liés aux activités réalisées en prestation (chantier de filtration, chaînes de tirage et de dégorgeage par exemple).
- A cela s'ajoute la gestion des flux thermiques. Elle permet de limiter la complexité des réseaux de distribution, de maîtriser les déperditions énergétiques et les coûts associés. Pour cela on peut :
- grouper les locaux avec les mêmes besoins en inertie thermique (zones chaudes et froides disposées séparément),
  - grouper les locaux dont le fonctionnement horaire sera similaire,
  - réfléchir à l'organisation des lieux, à la disposition des entrées, des espaces extérieurs, des espaces de circulation.

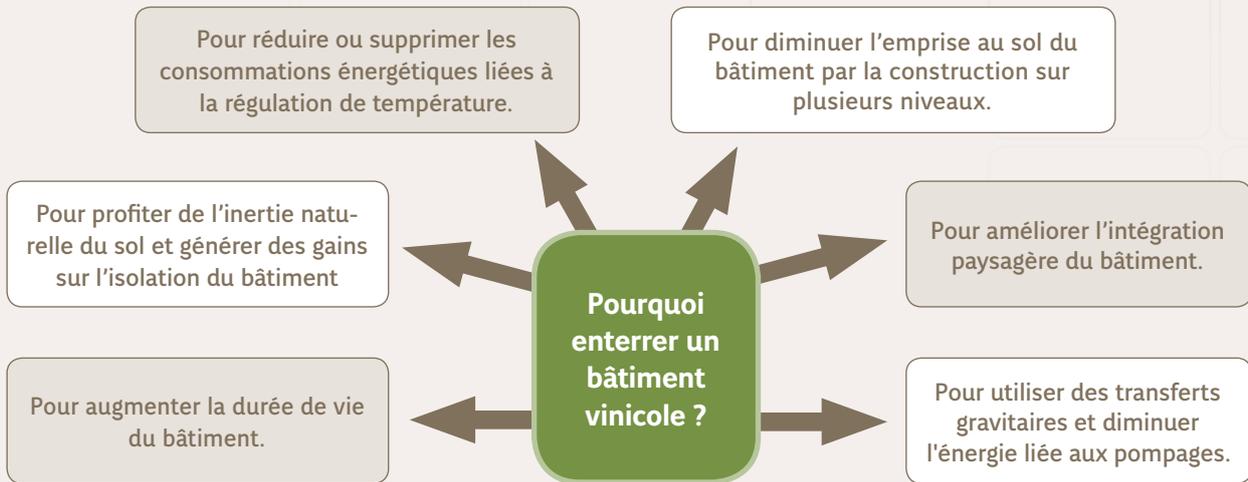


### NOTRE CONSEIL

Cela peut paraître évident mais éviter d'installer la réception de la vendange à l'opposé du pressurage. Privilégier le chantier de tirage à proximité de la cuverie, elle-même située non loin du pressurage. Le tout ayant pour but de limiter les distances de transfert entre chaque opération.

# Agencement des zones du bâtiment et gestion des flux

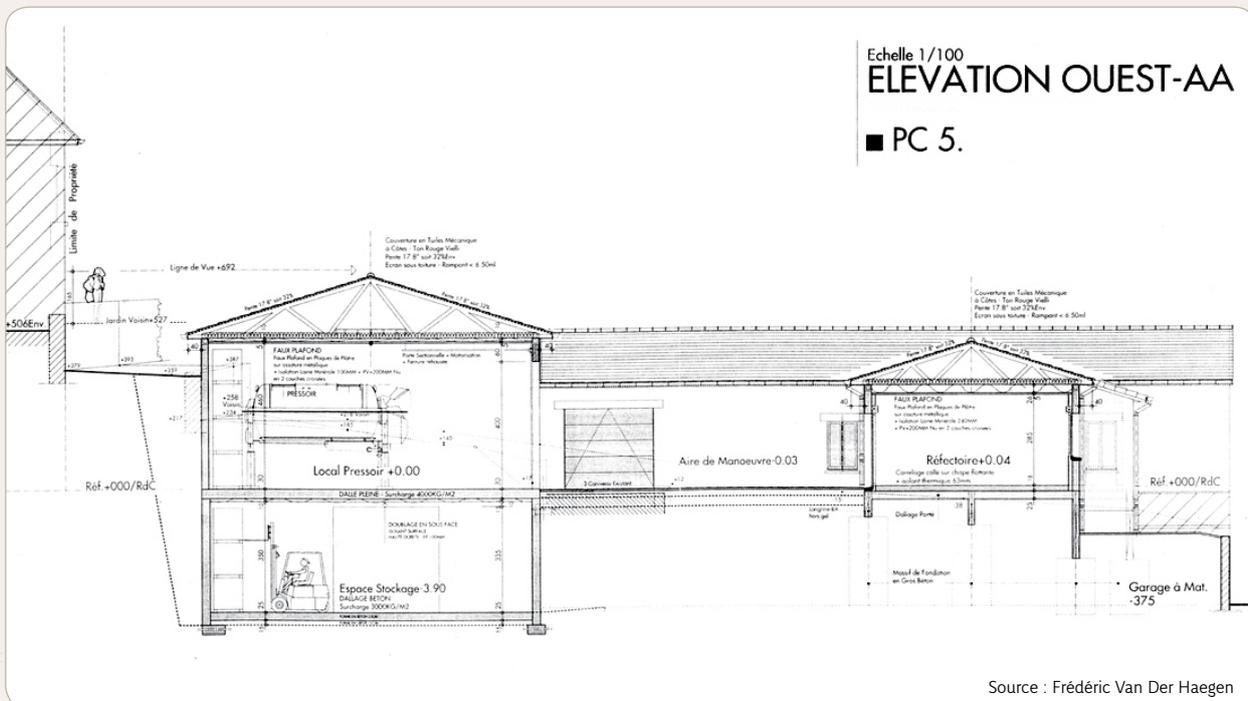
## 2 Bâtiment enterré/semi-enterré



De nombreux bâtiments sont actuellement construits sur une méthode, qu'on appelle en escalier : le bâti-

ment est érigé sur plusieurs niveaux qui épousent la pente, ce qui fait qu'une partie du bâtiment est à la

surface du sol (facilitant les acheminements) et une partie est enterrée pour profiter de l'inertie thermique.



**Attention :** tous les terrains ne sont pas aptes à accueillir un bâtiment (présence d'eau, instabilité du sous-sol). C'est pourquoi, dès le choix du terrain, une étude géologique doit permettre de statuer sur la faisabilité de l'implantation. De plus, un bâtiment enterré ne se dimensionne pas au plus juste. Malgré un surcoût à la construction, une augmentation éventuelle d'activité est à envisager dès le début du projet. En effet, l'agrandissement ou la modification a posteriori serait financièrement lourde.



# Agencement des zones du bâtiment et gestion des flux

## ILS TÉMOIGNENT DE LEUR EXPÉRIENCE



L'augmentation d'activité et le manque de place qui en découle sont souvent les éléments déclencheurs d'un projet. N'échappant pas à cette règle, José Lievens, vigneron à Berru, a entrepris un agrandissement de sa structure de production. Le bâtiment historique accueille le pressurage, la vinification, les chantiers de tirage et de dégorgeage ainsi qu'une partie du stockage des vins.

Le projet est une extension de l'existant pouvant accueillir lui aussi l'ensemble de l'activité.

Pour cela, plusieurs choix s'inscrivant dans une démarche de développement durable et d'écoconception ont été choisis. José Lievens nous en parle :

**"Le bâtiment étant adossé à la pente, il était naturel de travailler sur 4 niveaux (2 enterrés, 1 semi-enterré et 1 hors-sol). Cela nous a permis :**

- de profiter de la pente pour créer des entrées sur deux niveaux permettant une accessibilité distincte (vendanges - reste de l'année),
- d'avoir une gestion verticale des flux avec le pressoir au niveau 0, la cuverie au niveau -1 et le stockage aux niveaux -2 et -3 ce qui permet d'accompagner les étapes du process d'un gradient d'inertie thermique naturelle. Il est donc plus facile d'isoler uniquement ce qui a besoin de l'être."

Bien sûr, ce choix technique entraîne un coût d'investissement supérieur à celui d'un bâtiment hors-sol classique, mais le coût global est inférieur eu égard à l'économie d'énergie générée sur 25 ans de fonctionnement.

En synthèse, le bâtiment est équipé entre autres :

- d'une charpente bois en lamellé collé fabriquée dans les Vosges,
- de pré-mur en béton fabriqué en Alsace,
- d'une isolation sous toiture, murs et façades avec rupture de pont thermique,
- d'un double-vitrage sur l'ensemble des ouvrants,
- d'une régulation d'ambiance des caves de stockage par un puits canadien avec un taux de renouvellement de 900 m<sup>3</sup>/h,
- d'un éclairage naturel au niveau du pressoir et des chantiers de tirage et dégorgeage,
- d'un éclairage par LED\* en cuverie et en cave,
- d'une récupération d'eau de pluie de 40 m<sup>3</sup> pour des usages viticoles et les espaces verts.

"Cette réalisation est le fruit d'une forte expérience métier et d'une volonté de prolonger une démarche de développement durable à la cave. Le résultat est un bâtiment à la fois écoconçu, raisonné et fonctionnel."





# Construction et performance énergétique du bâtiment

Qualité de la construction et performance énergétique du bâtiment sont étroitement liés.  
Deux points doivent être soigneusement réfléchis :

- l'isolation thermique : elle conditionnera le confort et l'efficacité énergétique du bâti,
- le choix des matériaux : il peut impacter sensiblement la qualité de l'air ambiant, le bilan écologique et l'intégration paysagère de la construction.



## QU'EST-CE QUE L'ISOLATION ?

C'est un dispositif visant à réduire les échanges de chaleur entre deux milieux, permettant ainsi de diminuer les besoins de chauffage ou de refroidissement, mais aussi d'améliorer le confort des occupants et de supprimer l'effet de "paroi froide". C'est donc **LA PREMIERE MESURE** à mettre en œuvre dans vos bâtiments, d'autant que les investissements réalisés seront toujours rentabilisés par les économies d'énergie qu'ils vont générer.

## POURQUOI ISOLER ?

Une bonne isolation doit permettre de protéger les bâtiments contre les variations extérieures de température et ainsi diminuer, voire supprimer le recours à la climatisation. Pour les locaux à usage viticole et les différents ateliers du process (tirage, dégorgement, habillage), l'isolation renforcée du bâtiment assurera le confort des opérateurs. Selon les zones et les besoins, l'isolation sera donc différente, mais quelles que soient les pièces, elle est nécessaire.

Toutes les surfaces de l'enveloppe d'un bâtiment ne présentent pas les mêmes caractéristiques thermiques : les déperditions au niveau des toitures, très faciles à isoler, sont moins élevées que celles au niveau des murs, elles-mêmes moins élevées que celles au niveau des vitrages (point faible de l'isolation).

Quel que soit le type de projet (construction, réhabilitation), l'isolation du bâtiment est la première mesure à mettre en œuvre, si l'on veut réduire son empreinte énergétique.



Raisonner en fonction des contraintes climatiques et architecturales.

Planifier le raccordement des éléments étanches : le châssis de fenêtre doit être raccordé de façon étanche à l'enduit intérieur...

Penser aux pénétrations à travers les éléments étanches : câbles, tuyauteries, boîtiers de prises électriques...

Raisonner dès la conception, les travaux d'isolation en rénovation sont très lourds.

### Les sept réflexes de l'isolation

Une bonne isolation doit toujours être associée à une bonne ventilation pour faire respirer le bâtiment car l'amélioration de l'étanchéité supprime les courants d'air.

Ne jamais isoler sur une paroi présentant des signes d'humidité. Traiter préalablement et isoler avec un matériau capable d'absorber l'humidité et de l'évacuer.

**TOUT ISOLER** et être cohérent pour créer une enveloppe homogène et continue, afin que les volumes soient délimités par des couches étanches.

## 1 Quelques définitions pour mieux comprendre

**La résistance, R** = pouvoir isolant d'un matériau. Si plusieurs couches ou produits sont utilisés pour réaliser une paroi, les résistances thermiques s'ajoutent.

**L'inertie thermique d'un matériau** : prédisposition à garder longtemps sa température initiale lorsque celle du milieu ambiant évolue. Plus le matériau est inerte, plus il mettra de temps à changer de température.

**L'inertie thermique d'un bâtiment** : capacité à stocker et déstocker l'énergie contenue dans sa structure. Plus un bâtiment est inerte, moins les amplitudes thermiques seront élevées et plus le gain ou la perte de chaleur sera décalée dans le temps par rapport à la température extérieure.

Une faible inertie est intéressante pour un bâtiment à occupation très intermittente, car il se réchauffe et se refroidit rapidement selon les besoins. Une inertie plutôt forte, permet d'amortir les surchauffes diurnes en été et favorise l'étalement de la fraîcheur nocturne.

**Retenir : la qualité de l'isolation d'une paroi est caractérisée par son coefficient de transmission thermique, U. Plus la paroi est isolée, plus U est faible et plus R est élevée.  $U=1/R$**

Le tableau suivant indique les coefficients de transmission thermique pour chaque groupe d'éléments du bâtiment :

Bâtiment	Base	Performant	Très performant
U Sols	0,40	0,32	0,20
U Toitures	0,40	0,20	0,15
U Murs	0,60	0,35	0,25
U Fenêtres	2,45	2,00	1,70

## 2 Cas particuliers : les ponts thermiques

### Qu'est-ce qu'un pont thermique :

Ce sont des zones de rupture dans l'isolation de l'enveloppe du bâtiment (défauts ou diminution de résistance thermique). Ils se situent généralement au niveau des jonctions entre différentes parties de la construction notamment :

- entre deux parois verticales (angle formé par deux murs ou entre un mur extérieur et un mur intérieur),
- entre une paroi horizontale et une paroi verticale (à la jonction d'un mur et d'un plancher),
- au droit des joints lors de la pose des fenêtres,
- au niveau des nez de planchers.

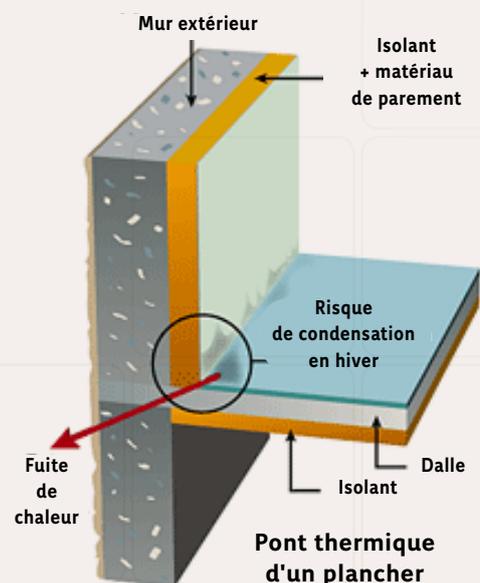
Dans un bâtiment non isolé, les ponts thermiques représentent de faibles déperditions (infé-

rieures à 20 %) car les pertes de chaleur se font globalement par les parois. En revanche, lorsque les parois sont bien isolées, les ponts thermiques non traités, peuvent représenter jusqu'à 40 % des déperditions thermiques totales du bâtiment.

### Comment identifier un pont thermique ?

Les ponts thermiques sont facilement repérables car ce sont des zones de fortes déperditions thermiques (zones froides) où l'humidité peut se condenser et des moisissures se développer.

Si le support est déjà détérioré, il est difficile de traiter les ponts thermiques a posteriori, c'est pourquoi il faut penser à les traiter dès la conception.



Source : ADEME



## 3 Les isolants thermiques

Les isolants utilisés doivent impérativement être qualifiés pour le type d'isolation mise en œuvre.



Les isolants peuvent être d'origine végétale (chanvre), animale (laine de mouton), synthétique (mousse de polyuréthane) ou minérale (laine de roche). On les rencontre en isolation intérieure ou extérieure et sous les formes suivantes :

- **Les isolants en vrac** : disponibles sous forme de granulats, paillettes, billes... Ces isolants sont mis en œuvre par déversement ou remplissage de caissons, par insufflation ou encore par projection ou incorporation dans des bétons allégés. Ils sont souvent moins coûteux que les isolants en panneaux mais nécessitent de faire appel à un professionnel et à des techniques de mise en œuvre bien particulières.

- **Les isolants en panneaux semi-rigides ou en rouleaux** : peuvent être posés entre les éléments d'une structure. Ils sont plus courants et plus faciles à poser.

- **Les isolants en panneaux**

**rigides** : conçus pour résister à la compression, mais pas assez tout de même pour participer aux efforts structurels de l'ossature. Ils peuvent recevoir directement les enduits de finition.



**Attention** : certains isolants contiennent des retardateurs de flammes halogénés réactifs, souvent à base de polymères bromés. Il n'est pas rare que la dégradation de ces composés émette une forte odeur de moisi. Leur installation est donc à proscrire dans des bâtiments d'élaboration et/ou de stockage des vins.

## 4 Les murs

L'isolation est importante sur les murs de l'enveloppe du bâtiment, mais aussi sur ceux séparant les volumes intérieurs chauffés des non chauffés.



## a L'isolation répartie intégrée au matériau porteur

Certains produits peuvent jouer le rôle de porteur et d'isolant. C'est une solution performante et durable dont le coût est sensiblement le même qu'une option parpaing + isolant. On peut y avoir recours dans le cadre d'une construction neuve, ou d'une réhabilitation lourde (extension ou surélévation).



**Quelle mise en œuvre ?**

Il existe deux familles de matériaux intégrant un isolant :

- les blocs d'isolant de forte densité à l'intérieur desquels est coulé du béton,
- les blocs en béton ou terre cuite comportant un isolant en partie centrale **1**.

## b L'isolation extérieure et les bardages

Avantages	Inconvénients
Suppression de presque tous les ponts thermiques	Ne supprime pas les ponts thermiques au niveau des fondations
Jusqu'à 80 % d'économie d'énergie pour les bâtiments les plus énergivores	Léger surcoût (pour une même résistance thermique) par rapport à une isolation intérieure
Surcoût faible pour l'ajout d'une isolation lorsqu'un ravalement est programmé	
Nécessite une épaisseur d'isolant plus faible : 10 cm d'isolant extérieur équivaut à 20-25 cm du même isolant intérieur	
Pas de condensation dans les murs qui sont à la même température que l'air ambiant intérieur	
Pas de réduction du volume utilisable	
Permet la rénovation de la façade avec protection contre l'humidité	Modification de l'aspect extérieur du bâtiment donc déclaration en mairie

Le principe de l'isolation extérieure est de conserver la masse thermique des murs à l'intérieur d'une enveloppe isolée. L'exemple le plus ancien consiste à enterrer les bâtiments et à utiliser la

terre comme isolant extérieur. A l'heure actuelle, il existe des systèmes associés où isolant et parements forment un seul composant (exemple : bardage métallique plus panneaux de polyuréthane).



**NB :** les enduits dits isolants (mortiers + particules de matériaux isolants), de résistance thermique inférieure, sont à réserver aux parois déjà isolées, pour y ajouter un complément d'isolation.



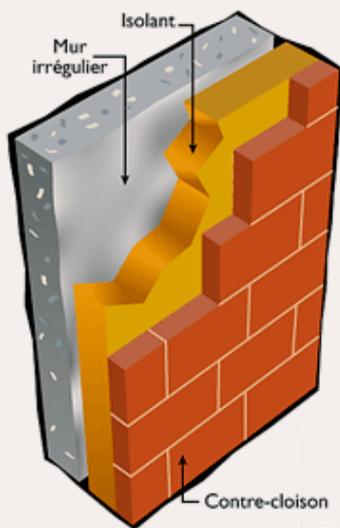


## c L'isolation intérieure et les cloisons de doublage

L'isolation intérieure laisse intact le mur extérieur. Comme elle ne présente qu'une faible inertie thermique, il suffit de peu de temps pour réchauffer ou refroidir

l'air de la pièce. Cette solution est applicable à des zones de bureaux, de commercialisation ou des ateliers à fonctionnement saisonnier.

Avantages	Inconvénients
Intéressant lorsque le ravalement extérieur est en bon état	Ne traite pas les ponts thermiques, il faut donc avoir recours à des rupteurs de ponts thermiques
Disparition des défauts de planéité ou de malfaçon des murs intérieurs	Peut entraîner des gênes à l'ouverture des fenêtres du fait de l'épaisseur additionnelle
Absence de modification de l'aspect extérieur du bâtiment	Réduit l'espace intérieur
Durée de vie qui peut être importante selon les matériaux	Qualité de l'isolation qui peut diminuer avec le temps (tassement des laines derrière les plaques de plâtre, trous de souris dans le polystyrène...)
Utile pour le cas de rénovations où il est difficile d'intervenir sur l'extérieur	Difficultés d'intervention si le bâtiment est occupé
Faible coût	Mise en œuvre contraignante dans le cas de prises, canalisations ou autres équipements à démonter

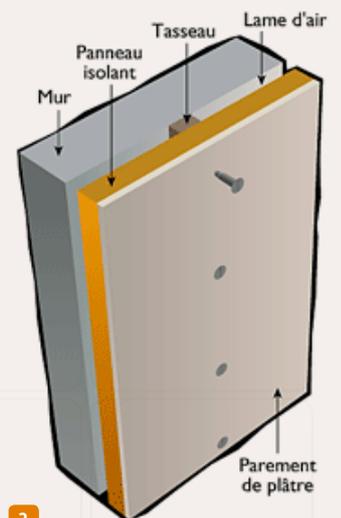


Source : ADEME

1

### Quelle mise en œuvre ?

- Coller ou fixer un isolant au mur derrière une contre cloison (en briques, carreaux ou plaques de plâtre) permet de rattraper les irrégularités de surface (murs irréguliers en rénovation) **1**.
- Visser des panneaux composites (ou complexes de doublage à isolation répartie) permet de n'utiliser qu'un seul produit (isolant + finition) **2**.



Source : ADEME

2

## d L'épaisseur de l'isolation en rénovation et les coûts

Doubler l'épaisseur de l'isolation permet de diminuer théoriquement les déperditions (10 cm de laine de verre apportent un coefficient R de 2,5, donc 20 cm apporteront un coefficient R de 5), pour augmenter l'efficacité, la deuxième couche doit être posée de façon croisée par rapport à la

première. Mais attention tout de même :

- en isolant par l'intérieur, vous perdez beaucoup de place : 10 cm d'isolant sur un pourtour de 40 mètres correspond à 4 m<sup>2</sup> de surface perdue,
- les mêmes efforts pour isoler vos murs doivent être reproduits

sur les portes, les fenêtres...

L'option fixation d'un isolant est plus coûteuse que l'option collage. Le surcoût de l'isolation par l'extérieur (par rapport à une isolation par l'intérieur) varie de 15 à 20 €/m<sup>2</sup>. Les rupteurs de ponts thermiques entraînent un surcoût de 15 à 25 €/m<sup>2</sup>.

	Réduction des ponts thermiques	Apport d'inertie par les façades
Isolation par l'extérieur	+++	+++
Isolation intégrée au matériau	++	+++
Isolation par l'intérieur avec rupteurs de ponts	++	++
Isolation par l'intérieur avec traitement des nez de dalle	+	+
Isolation par l'intérieur sans traitement	0	0

Efficacité : +++ Très élevée ++ Elevée + Moyenne 0 Faible à nulle

## 5 Les planchers

C'est souvent la zone qui nécessite le moins d'isolation car la différence de température est moins grande entre le sous-sol et la partie supérieure du bâtiment qu'entre l'extérieur et l'intérieur. Pour ce qui est de la mise

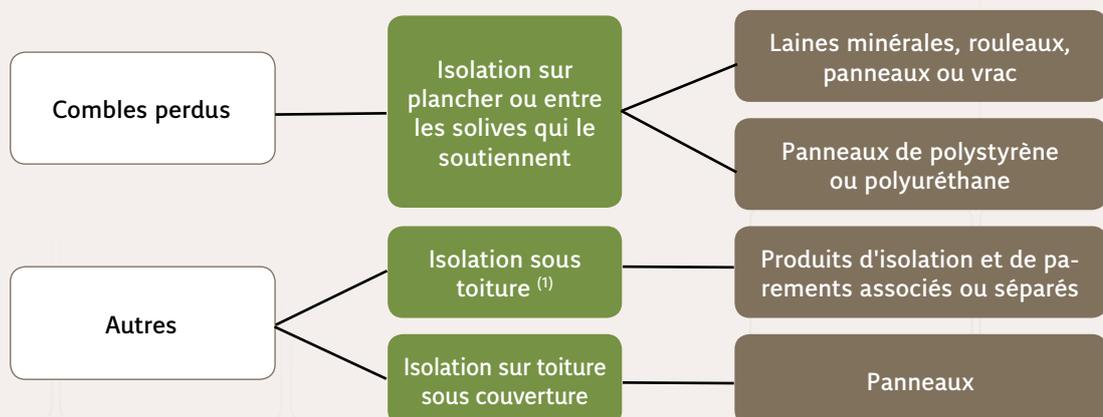
en œuvre, il est possible d'isoler un plancher par le dessous ou bien en intégrant directement l'isolant au plancher. Plusieurs techniques existent :

- planchers béton à poutrelles et entrevous isolants (polystyrène

expansé) à languettes certifiés,  
 - planchers béton à poutrelles avec isolant sous dalle flottante (possibilité d'y inclure un système de chauffage au sol),  
 - planchers en dalles de béton cellulaire.

## 6 Les toits

Ils représentent un gros potentiel d'économies d'énergie car c'est la source de déperdition la plus facile à traiter.



(1) Sauf toiture terrasse.

### NOTRE CONSEIL

L'isolation sur toiture est la solution la plus complète car elle augmente le volume utilisable du bâtiment, assure une isolation continue et durable, garantit la ventilation de la couverture et préserve la charpente des variations de température et d'humidité.



## 7 Les parois vitrées

Points faibles de l'isolation globale des bâtiments, elles favorisent les apports et déperdi-

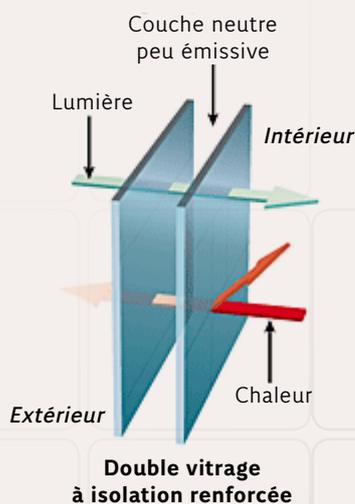
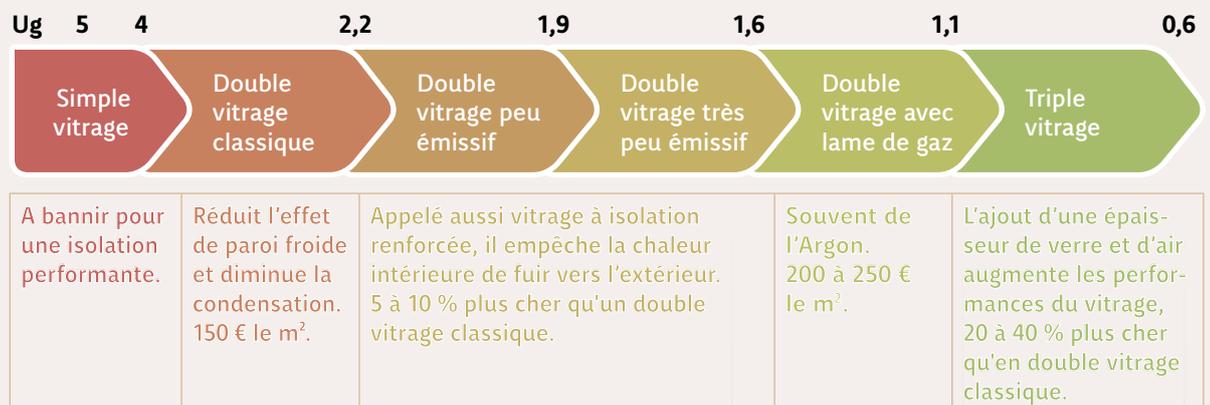
tions d'énergie. Un calcul de performance énergétique s'impose donc pour trouver le bon

arbitrage entre gain en apports solaires et lumineux et pertes en isolation thermique.



### a Qualité du vitrage

La performance des vitrages est caractérisée par le coefficient  $U_g$ . Plus il est faible, meilleure sera l'isolation thermique du vitrage.



Source : ADEME

En plus de ces caractéristiques, sachez qu'il est possible de traiter le vitrage externe pour réfléchir le rayonnement du soleil. Cela permet d'accroître l'isolation en été

en limitant les apports de chaleur vers l'intérieur. Cette technique est plutôt destinée à des zones climatisées ou avec une forte exposition solaire.

### NOTRE CONSEIL

Opter pour un double vitrage renforcé (prix voisin du double vitrage classique pour un pouvoir isolant doublé), d'une épaisseur totale minimum de 24 mm (4-16-4) avec fenêtres et vitrages certifiés Acotherm.

## b Qualité de la menuiserie

Une fente d'un centimètre en bas d'une porte entraîne une infiltration d'air de 25 m<sup>3</sup>/h en moyenne sur l'année sur une façade exposée à un vent moyen.

Les ouvrants modernes sont tous munis de garnitures d'étanchéité qui leur confèrent d'excellentes performances en termes de perméabilité à l'air et d'étanchéité à l'eau. Différents matériaux sont actuellement disponibles :

- le PVC : résistant aux intempé-

ries et ne nécessitant pratiquement aucun entretien,

- le bois : matériau le plus écologique, résistant dans le temps,
- l'aluminium : matériau fortement conducteur, il doit absolument posséder une rupture de ponts thermiques.

Ouvrants	Uw maximal
Fenêtre et porte-fenêtre, structure PVC	1,6
Fenêtre et porte-fenêtre, structure bois	1,8
Fenêtre et porte-fenêtre, structure métal	2,0
Double fenêtre installée sur menuiserie existante	1,5

On caractérise la performance des fenêtres par le coefficient de transmission thermique Uw . Plus il est faible, meilleure sera l'isolation thermique de la fenêtre.

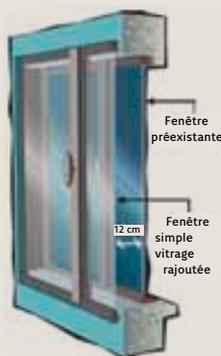
## c Qualité des fermetures

Les volets et persiennes réduisent les déperditions nocturnes, limitent les apports solaires indésirables et participent à la sécurisation du bâtiment.

### NOTRE CONSEIL

Les volets roulants en PVC à double paroi et caisson extérieur restent un bon compromis isolation-protection-intégration au bâti. Il faut bien sûr penser à isoler les coffres de volets roulants, à vérifier l'étanchéité des joints d'hubriserie et supprimer les ponts thermiques au niveau des seuils et appuis de fenêtres.

## LE CAS SPÉCIFIQUE DE LA RÉNOVATION



Avant de réaliser des travaux, un diagnostic préalable des menuiseries permet d'évaluer leur état et de choisir la meilleure solution technique.

Le remplacement d'un simple vitrage par un double vitrage ne peut être effectué que si l'épaisseur et le renfort de structure de la menuiserie le permet. Le remplacement d'une fenêtre par une autre plus performante peut être partiel (changement des ouvrants) ou total (changement dormant + ouvrants) en fonction de l'état du dormant en place. Dans les deux cas, l'étanchéité entre le dormant et le gros œuvre doit être assurée.

Pour finir, il est possible d'ajouter une deuxième fenêtre à celle déjà existante. Celle-ci se pose indifféremment à l'intérieur ou à l'extérieur. Si le bâti le permet, il est nécessaire d'avoir un espace d'au moins douze centimètres entre les deux pour garantir une protection thermique optimale.

### NOTRE CONSEIL

La pose d'un nouveau dormant à la place de l'ancien apporte une meilleure isolation thermique et acoustique et reste une solution économique très performante.

**Le survitrage**, (vitrage supplémentaire qui se pose sur le châssis d'une fenêtre équipée de simple vitrage) est une solution bon marché mais peu efficace en termes de performance énergétique. Elle est donc déconseillée.





Les toitures végétalisées ont des propriétés isolantes mais elles restent inférieures à celles des autres techniques d'isolation et surtout plus coûteuses. Attention donc à la rentabilité de l'opération.

## Avantages

**Isolation et inertie** : en été, la chaleur est dissipée par l'évaporation de la terre et la transpiration des plantes ; en hiver, les calories stockées dans la terre ralentissent le refroidissement du bâtiment.

**Rétention et filtration de l'eau** qui permet d'éviter l'encombrement des réseaux lors de fortes précipitations. En moyenne, les toitures végétalisées peuvent retenir 50 % de l'eau de pluie par an, les volumes de rétention s'échelonnant entre 20 et 100 L/m<sup>2</sup>.

**Réduction des chocs thermiques et des dégradations mécaniques** dues au gel-dégel, au vent, à la grêle, ou aux agressions UV et accroissement du revêtement d'étanchéité.

**Isolation acoustique** : absorption des bruits extérieurs et limitation des bruits intérieurs par effet de masse.

**Impact paysager positif, support de communication.**

**Humidification et amélioration de la qualité de l'air** : fixation des poussières, atténuation des pollutions.

## Inconvénients

**Poids et incidences sur la solidité de la structure.**

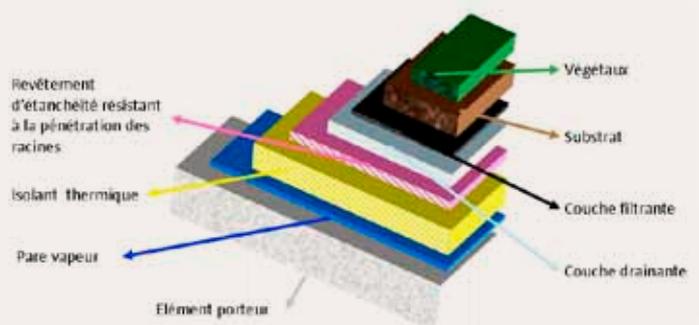
**Démarrage de la végétalisation** parfois lent et difficile.

**Installation techniquement délicate** sur les toitures en pente.



## 1 Technique

C'est la résistance de la toiture qui détermine les systèmes à installer. Tous les systèmes ont la même configuration, c'est l'épaisseur des différentes couches et leur Charge à Capacité Maximale en Eau (CME) qui varie.



Source : ADEME

### ■ Les trois grands types de toitures

Toiture	Élément porteur	Épaisseur	Poids	Végétation	Entretien	Coût
Extensive	Béton, bois, acier	< 8 cm	De 60 à 100 kg/m <sup>2</sup>	Courte de type prairie naturelle, mousses... choix restreint	Faible : 1 à 3 visites annuelles	Faible
Semi-intensive	Acier, béton, bois	De 8 à 25 cm	150 à 500 kg/m <sup>2</sup>	Plantes vivaces à port bas ou moyen, graminées, bulbes	Moyen	Moyen
Intensive sur pente inférieure à 5 %	Béton	> 25 cm	> 500 kg/m <sup>2</sup>	Idem, association possible à des arbustes, arbres à petit port, gazon. Choix très large	Elevé	Elevé

## 2 Choix de la végétation et du mode de plantation

Les végétaux doivent être adaptés au substrat (notamment pH, rétention de l'eau,...), au climat et à l'exposition. Les plantes rustiques sont à privilégier car elles sont tolérantes à la sécheresse, au gel et sont souvent assez basses.



	Plaques pré-cultivées prêtes à la pose (pratiques mais coûteuses)	Godets ou micro-mottes	Semis ou bouturage sur place
Temps nécessaire à l'obtention d'un recouvrement de 80 %	3 à 6 mois	1 à 2 ans	1 à 3 ans
Fréquence minimale d'intervention	1 à 2 fois/an	3 à 4 fois/an	3 à 4 fois/an

### La végétalisation des pentes

Il est tout à fait possible de végétaliser des pentes élevées et même des murs à l'aide de bacs

tout-en-un (drainage, substrat et végétation) qui se fixent les uns aux autres. Ces implantations

nécessitent une mise en place techniquement plus délicate et un système d'arrosage régulier.

## 3 Entretien et sécurité

Nettoyage des entrées d'eaux pluviales, enlèvement des déchets apportés par le vent, remise en place de la couche de culture déplacée par le vent, désherbage

manuel des adventices, reprise des zones dépourvues de végétation et fertilisation éventuelle, sont autant de tâches à effectuer régulièrement. Pour cela, il

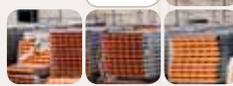
est aussi important de mettre en place des systèmes anti-chute en périmètre de toiture (pose de garde-corps par exemple).

### NOTRE CONSEIL

Les choix et les calculs de structure porteuse, d'étanchéité et de complexe substrat-végétation ne doivent pas être laissés au hasard. Une toiture végétale ne s'improvise pas, elle se conçoit avec des professionnels.

### Et pour en savoir plus

- Union Nationale des Entrepreneurs du Paysage : [www.entreprisesdupaysage.org](http://www.entreprisesdupaysage.org)
- Association pour le Développement et l'Innovation en Végétalisation Extensive de Toiture : [www.adivet.net](http://www.adivet.net)





Il n'existe pas de produit idéal, de matériau meilleur qu'un autre, ni de matériau HQE® ou BBC comme on peut parfois l'entendre. Tous ont des caractéristiques différentes tant d'un point de vue technique, qu'environnemental, économique, sanitaire ou esthétique. C'est l'adéquation de ces caractéristiques avec les besoins et les contraintes du bâtiment qui fera la qualité du produit à choisir. N'importe quel matériau, utilisé à contre emploi deviendra un mauvais matériau.

Voici quelques critères à prendre en compte :

Isolation  
acoustique

Isolation  
thermique

Résistance au feu

Coût global

Résistance méca-  
nique et longévité

Résistance  
aux nuisibles et  
aux moisissures

Tenue à l'humidité

Impact sur  
l'environnement

Impact sur la santé

Facilité de pose

Confort d'utilisation



## 1 Des matériaux sains pour l'homme

La sécurité des personnes, que ce soit lors du chantier de construction ou en phase d'exploitation du bâtiment, est prioritaire. Le choix des matériaux doit se faire de ma-

nière à limiter au maximum ces risques. Ils peuvent, par exemple être liés à des substances cancérigènes (amiante, formaldéhyde, benzène,...), toxiques (Composés

Organiques Volatils ou COV), ou allergènes (traitement de surface, acariens,...). Pour plus d'informations, les bons réflexes sur [www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

## 2 Des matériaux sains pour le vin

Dès la réception de la vendange et jusqu'à la mise en bouteille, la maîtrise des conditions d'ambiance est un des facteurs importants de la qualité des produits. Depuis les années 80, une grande attention

est portée au risque de contamination du vin par des polluants de l'air en lien avec les matériaux utilisés dans le bâtiment (par exemple, des produits de traitement du bois contenant des chlorophénols). La

connaissance des compositions précises des matériaux et de leur incidence à court, moyen et long terme sur la qualité de l'air est nécessaire pour effectuer un choix en toute sécurité.



## 3 Des matériaux sains pour l'environnement

Au travers de leur fabrication, utilisation et élimination, tous les matériaux n'ont pas le même impact sur l'environnement. Au

moment du choix de l'un d'entre eux, il est possible de faire un premier tri au travers des critères suivants :

Production locale

Facilité de réutilisation ou de recyclage (quantité importante de matière première renouvelable)

Nécessitant peu d'entretien

Processus de fabrication et de mise en œuvre non polluant, faiblement consommateur d'énergie

Non nocif pour la couche d'ozone (pas de CFC ou HFC)

Durée de vie élevée

Forte proportion de matière secondaire recyclée et faible quantité de matière première rare



**Pour affiner ce choix, l'étiquetage environnemental permet de caractériser l'impact du produit sur l'environnement tout au long de son cycle de vie (de la conception à l'élimination). Les trois principaux types rencontrés sont :**

1. **L'écolabel** (type I, Norme ISO 14024) : il a pour objectifs de promouvoir la conception, la commercialisation et l'utilisation de produits ayant des impacts moindres sur l'environnement tout au long de leur cycle de vie. Il intègre aussi des choix en matière de critères environnementaux devant être respectés (exemple : interdiction de certaines substances dangereuses ou contenu minimum en produits recyclés).
2. **L'auto-déclaration** environnementale (type II, Norme ISO 14021) : elle incite les fabricants et distributeurs à une communication claire, précise et non-trompeuse sur les produits concernés.
3. **L'éco-profil** (type III, Norme ISO 14025) : il traduit partiellement les résultats d'une analyse de cycle de vie sous forme de chiffres ou de diagrammes. L'avantage de cette démarche, sous réserve d'un minimum de standardisation, est de permettre la comparaison de produits entre eux.

Enfin, il existe des Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire qui permettent de distinguer les produits les plus

respectueux à la fois de l'environnement et de la santé :

[www.inies.fr](http://www.inies.fr)



## 4 Des matériaux esthétiques s'intègrent dans leur environnement



Un bâtiment doit être bien intégré dans son environnement. Le choix des matériaux de revêtement extérieur est donc important pour l'intégration paysagère, mais aussi pour l'image de l'entreprise. Dans tous les cas, les matériaux lourds utilisés traditionnellement dans le bâti ancien assurent une meilleure intégration et procurent une meilleure image que les solutions plus légères.

Les matériaux vieillissent et leurs couleurs évoluent avec le temps, notamment le bois qui a tendance à se griser.

C'est un changement tout à fait normal dont il faut tenir compte et qu'il faut accepter plutôt que de repeindre.

**Attention :** la localisation des bâtiments dans des zones protégées limite l'utilisation de certains procédés ou matériaux, C'est par exemple le cas dans le périmètre du Parc Naturel Régional de la Montagne de Reims. Renseignez-vous auprès de votre mairie.



### Pour plus d'informations :

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

Association Française des Organismes de CERTification : [www.afocert.fr](http://www.afocert.fr)

Association des Industries de Produits de Construction : [www.aimcc.org](http://www.aimcc.org)

Agence Qualité Construction : [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)

Les éco-matériaux : [www.ecomateriaux.net](http://www.ecomateriaux.net)



## Le point sur le bois

Son impact sur l'environnement est neutre en raison de son caractère renouvelable, de sa biodégradabilité et de sa capacité à fixer le gaz carbonique en excès dans l'atmosphère. De plus, sa mise à disposition et sa fabrication ne nécessitent que peu d'énergie : 0,5 kWh/kg pour le bois massif (mais 2 kWh/kg pour le contreplaqué !) contre 0,7 kWh/kg pour le béton et 5 kWh/kg pour l'acier.

Les avantages du bois sont multiples. C'est un matériau sain lorsque les adjuvants sont non toxiques et que les poussières et copeaux sont aspirés pendant la fabrication (certaines fibres étant cancérigènes). Sa rigidité permet de l'utiliser dans des ossatures autoportantes. Sa

mise en œuvre est rapide et sa légèreté n'implique pas de terrassements à fortes fondations. Utilisé de façon structurelle dans les parois externes, il atténue les déperditions par ponts thermiques du fait de sa faible conductivité thermique. De plus, il est biodégradable et sa mise en œuvre produit peu de déchets.

En revanche, il présente quelques inconvénients comme un confort acoustique moyen en application structurelle ou esthétique sur parois intérieures. L'humidité est l'ennemi du bois. Afin d'éviter la prolifération des moisissures, des champignons et autres insectes xylophages, il doit être traité. Aussi son utilisation dans les bâtiments viticoles et vinicoles doit intégrer ces spécificités. Il peut donc être utilisé en parement extérieur, en parement intérieur dans les locaux tertiaires (accueil, bureaux ou réception) et en élément de structure intérieure dans les centres de pressurage (charpente). L'application dans les cuveries et les locaux de stockage des vins est à encadrer techniquement, afin d'écartier tout risque de pollution de l'ambiance par certains produits de protection du bois comme par exemple les chlorophénols.

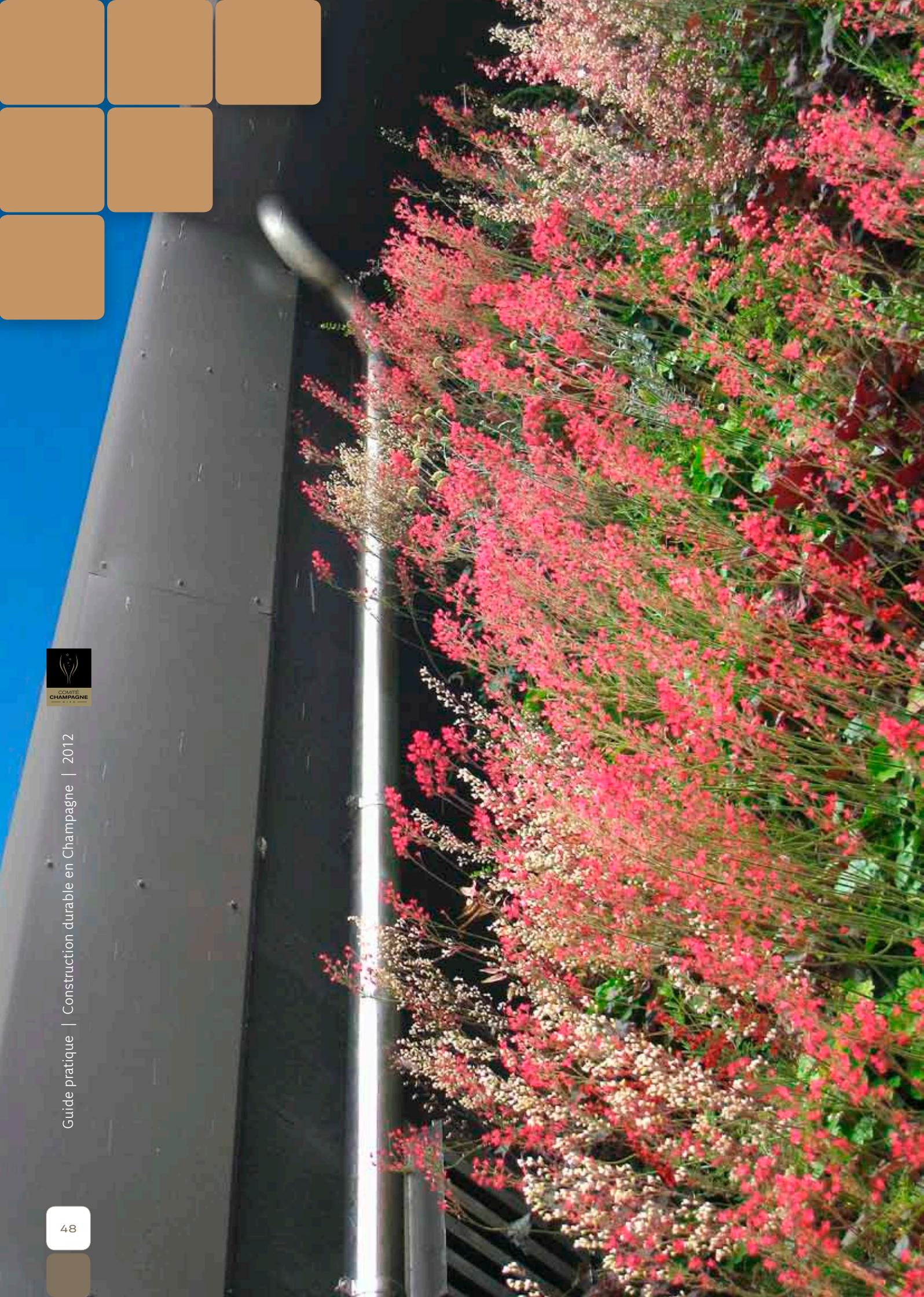
## NOTRE CONSEIL

Le bois est une ressource renouvelable mais il doit aussi être exploité selon certaines règles éthiques, sociales et environnementales.

Le label **Forest Stewardship Council** certifie que le bois provient de forêts gérées selon des critères écologiques et sociaux de qualité.

Le label européen **Plan Européen pour la Forêt Certifiée** garantit la qualité du bois de construction et le reboisement.





COMITÉ  
CHAMPAGNE



## Fonctionnement et maîtrise des consommations

Les coûts de fonctionnement et d'exploitation représentent les deux tiers du coût global d'un bâtiment. L'enveloppe une fois conçue, il faut envisager son fonctionnement avec la même logique de développement durable.

Dans chaque domaine, réduire les flux (eau, énergie) suppose de bien définir les besoins, d'utiliser des systèmes performants et de sensibiliser le personnel aux différentes économies.

La production d'énergie renouvelable et la récupération des eaux pluviales constituent l'étape ultime de cette démarche.

Nous aborderons successivement :

- la préservation des ressources en eau,
- les systèmes énergétiques globaux comme l'éclairage, la ventilation et la production de chaud ou de froid,
- la production et l'utilisation d'énergie renouvelable : électricité et bois énergie.

Préserver la ressource en eau c'est :

- maîtriser ses consommations,
- récupérer éventuellement les eaux pluviales,
- traiter les eaux usées.

## 1 Maîtriser les consommations en eau

Les consommations d'eau doivent être maîtrisées sans pour cela nuire à l'hygiène des locaux. Il s'agit de :

### Concevoir des bâtiments faciles à nettoyer

- en utilisant des matériaux facilement nettoyables.

### Optimiser la conception du réseau d'adduction et d'évacuation

- en remplaçant les tuyaux en acier par des tuyaux en polyéthylène.
- en prévenant les phénomènes de corrosion.
- en vérifiant l'étanchéité des raccords et des réseaux.

### Connaître ses consommations d'eau

- en installant des compteurs.

### Optimiser le nettoyage du sol

- en utilisant des revêtements de sol lisses et antidérapants.
- en facilitant l'écoulement des eaux usées (pentes adaptées) vers des points de collecte bien répartis.
- en nettoyant à sec avant de nettoyer à l'eau.

### Mettre en place des équipements économes

- en installant des jets stoppeurs en sortie de tuyau pour limiter les pertes en eau.

- en installant des surpresseurs pour augmenter la puissance mécanique du nettoyage tout en réduisant les consommations.
- en utilisant des auto-laveuses avec recyclage d'eau.

### Sensibiliser le personnel pour éviter le gaspillage

- en sensibilisant le personnel aux économies d'eau, on peut observer des diminutions de l'ordre de 10 % du niveau des consommations.





## 2

### Récupérer et utiliser l'eau pluviale

Les toitures des bâtiments vitivini-  
coles permettent de récupérer de  
grandes quantités d'eau pluviale  
pour tous les usages ne requérant  
pas l'utilisation d'eau destinée à  
la consommation humaine po-  
table (arrêté du 21 août 2008). On  
peut ainsi nettoyer les matériels  
viticoles, véhicules, sols des bâti-  
ments, ou procéder à l'arrosage  
des espaces verts.

La mise en œuvre est simple : une  
cuve de récupération dimension-  
née par rapport à vos besoins et  
votre potentiel, reliée à un réseau  
séparé. En moyenne, on estime  
qu'en Champagne, pour une sur-  
face de 100 m<sup>2</sup>, une cuve de 5m<sup>3</sup>  
est suffisante pour couvrir des be-  
soins de l'ordre de 50 m<sup>3</sup>/an.



#### NOTRE CONSEIL

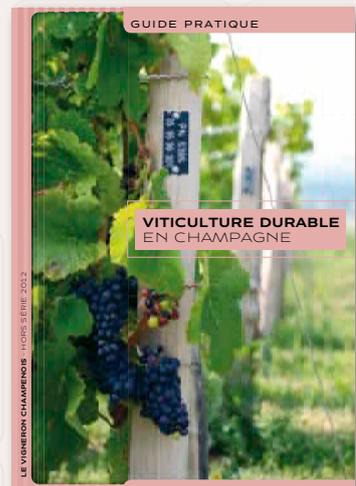
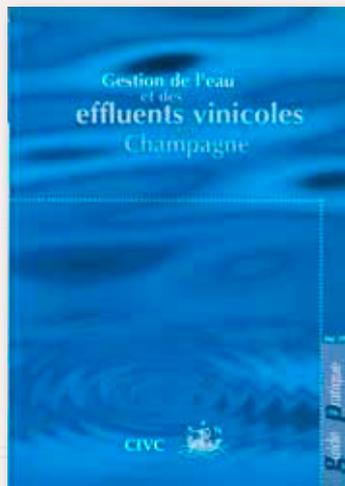
Quelques précautions sont à prendre pour conserver une eau de pluie de qualité. Veillez à installer un filtre en amont de la cuve pour récupérer les feuilles, mousses et lichen du toit. Conserver cette eau à l'abri de la lumière et de la chaleur pour éviter les développements d'algues. Si besoin stabilisez l'eau avec un peu d'eau de javel.

## 3

### Traiter les eaux usées

Au sein du bâtiment, l'ensemble  
des réseaux d'eaux usées domes-  
tiques et industrielles doivent être  
séparés des eaux pluviales.

La gestion des eaux industrielles  
(effluents vinicoles) a fait l'objet  
d'un guide pratique du CIVC qui  
est toujours d'actualité. En ce qui  
concerne la gestion des effluents  
phytosanitaires, veuillez consul-  
ter le guide pratique de viticulture  
durable.



## ILS TÉMOIGNENT DE LEUR EXPÉRIENCE

Engagé en viticulture durable, David Lemaire, vigneron à Bouzy a profité de l'agrandissement de son bâtiment pour prolonger sa démarche. Le bâtiment réalisé accueille les activités de pressurage, vinification, de chantiers multiples et de stockage de vin réparties sur trois niveaux. L'implantation enterrée vient renforcer l'inertie thermique du bâtiment. On trouve aussi :

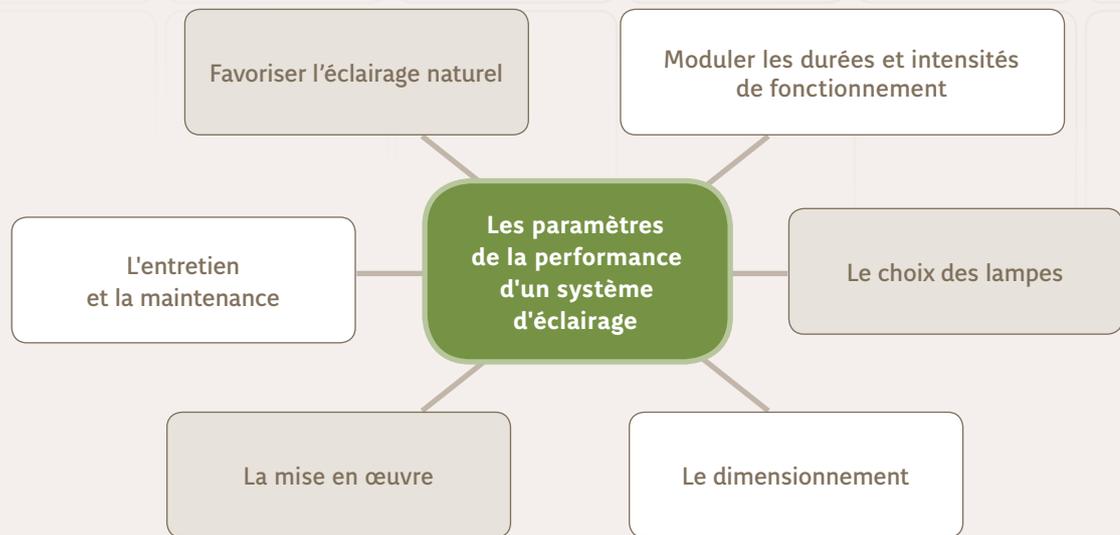
- Un système de free-cooling (voir page 65) pour la régulation d'ambiance de la cuverie,
- Une pompe à chaleur air/eau pour la régulation thermique du process,
- Une isolation en laine de verre compressée de 50 mm pour la partie hors-sol du bâtiment,
- 60 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques d'une puissance de 7,8 kWc, pour compenser une partie des consommations électriques du bâtiment,
- Et tous les compresseurs d'air sont équipés d'horloge permettant de les mettre hors tension la nuit.

Pour ce qui est de la gestion de l'eau dans le bâtiment, deux anciennes cuves de 10 m<sup>3</sup> chacune sont réutilisées en stockage d'eau de pluie. Un double réseau a été installé dans le bâtiment afin d'utiliser cette eau pour le nettoyage des sols, du matériel viticole et pour le traitement des vignes. David Lemaire a pu ainsi réduire sa consommation d'eau potable de plus d'un tiers.

*"C'est tout un ensemble de petits gestes comme ceux-là qui permet au final de réduire ses consommations globales et de devenir des écocitoyens".*



L'optimisation du système d'éclairage permet de réduire les dépenses d'énergie électrique, d'améliorer le confort de travail, de réduire les opérations de maintenance et de diminuer le taux de renouvellement des lampes.



## 1 Définition des besoins : zonage du bâtiment

Les besoins d'éclairage peuvent varier énormément d'une zone du bâtiment à l'autre.

Un premier zonage peut être défini

en fonction des contraintes réglementaires qui imposent des seuils d'éclairage minimaux selon les locaux et activités.

Locaux affectés au travail		Espaces extérieurs	
Voies de circulation intérieure	40	Zones et voies de circulation	10
Escaliers et entrepôts	60	Espaces où sont affectés des travaux à caractère permanent	40
Locaux de travail, vestiaires, sanitaires	120		
Locaux affectés à un travail permanent	200		

**Seuils d'éclairages minimaux en lux (Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 relatif au Code du Travail art. 9 (v) et Décret n°83-721 du 2 août 1983.**

Ensuite, il convient de définir les zones en fonction des besoins et des contraintes de chaque activité, afin de dimensionner un éclairage qui réponde strictement à ces besoins. Les besoins en éclairage ne sont pas uniquement liés à son intensité. L'uniformité, la couleur, la durée et la fréquence d'exposition contribuent aussi à sa caractérisa-

tion. De plus, il convient de prendre en compte :

- l'occupation des locaux (journalière, hebdomadaire et saisonnière) en fréquence et en durée,
- les besoins liés aux contraintes du process,
- les apports naturels dus à la forme et à l'orientation du bâtiment. Les zones situées dans le fond d'un bâtiment ne recevront pas

la même lumière que les zones situées près des ouvertures,

- les apports naturels en fonction de la saison et de l'heure de la journée.

A l'étape de la conception, il est nécessaire de penser le système d'éclairage de manière à intégrer le plus possible l'éclairage naturel.



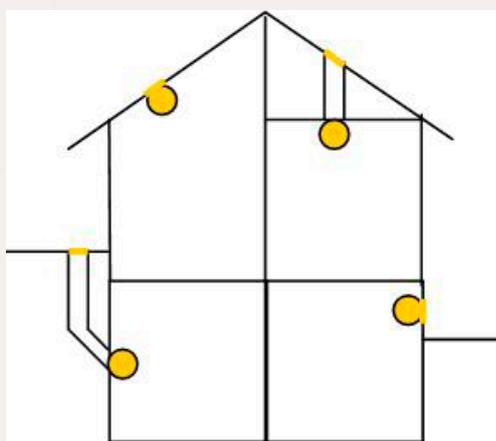


## 2 Les puits de lumière

L'implantation du bâtiment et sa conception doivent permettre de favoriser ces apports naturels tout en limitant les pertes énergétiques. Il est ra-

rement possible que toutes les zones du bâtiment disposent de surfaces vitrées (bâtiment enterrés par exemple). Dans ce cas, des puits de lumière

(ou solar spots) peuvent être installés. Constitués d'un tube réfléchissant et d'un diffuseur, ils amènent la lumière naturelle vers ces zones aveugles :



Positionnements possibles des puits de lumière.

### Avantages

- Pas de demande d'autorisation préalable en mairie.
- Pas de modification structurelle en rénovation.
- Positionnement possible à tous les niveaux.
- Faibles pertes thermiques.

### Inconvénients

- Diminution du contact visuel avec l'extérieur.
- Variation de l'intensité lumineuse au cours de la journée et en fonction des saisons.

### NOTRE CONSEIL

C'est une solution extrêmement intéressante et qui peut être utile pour l'éclairage de locaux semi-enterrés, de hangars ou de pièces profondes en complément des cours anglaises ou des fenêtres de toit.

## 3 Modulation de l'éclairage

Personne n'imaginerait aujourd'hui installer un système de chauffage sans thermostat et pourtant c'est ce qui se passe dans la majeure partie des cas pour l'éclairage. Des solutions

de modulations de l'éclairage existent pour tous les types de lampes et d'installations.



## Demande de modulation

- Rendre possible l'extinction d'une partie seulement des luminaires.
- Prévoir une commande d'éclairage dédiée à chaque zone du bâtiment (pièces, ateliers, chantiers).
- Pour les locaux dont l'occupation est variable, rendre possible la commande d'extinction au moyen de détecteurs de présence.
- Pour les locaux dont le temps d'occupation journalier est important, envisager une gestion du flux lumineux en fonction de l'éclairage naturel.

## Solutions techniques

- **Programmateurs et interrupteurs horaires** : pour les zones groupées, avec la même fréquence d'occupation.
- **Minuteries** : pour les zones à fréquentation variable. Elles sont actionnées par un interrupteur manuel ou un détecteur de présence.
- **Détecteurs de présence** : réglables sur l'intensité lumineuse et la temporisation.
- **Interrupteur crépusculaire** : commande l'extinction et l'allumage des luminaires lorsque l'éclairage naturel passe un seuil défini.
- **Gradateurs** : adaptent le débit lumineux en fonction de la lumière ambiante disponible.

Gisement d'économie probable selon le type de gestion (source : bureau d'études TRIBU) :

Type de gestion	Gisement d'économie
Détecteur de présence	25 %
Asservissement à l'éclairage extérieur	40 %
Asservissement à l'éclairage extérieur + programmation	50 %
Asservissement à l'éclairage extérieur + détecteur de présence	50 %
Programmation seule	25 %

Attention aux seuils de détection, aux temporisations et au placement des cellules et détecteurs car les allumages fréquents diminuent la durée de vie des lampes.

Voici deux exemples de raisonnement appliqués à des zones de l'entreprise :

### Exemple 1 : la cave

- L'éclairage naturel est impossible du fait des risques de goûts de lumière sur les vins.

- L'éclairage artificiel est obligatoire, équipé de détecteurs de présence pour des phases ponctuelles de travail.

- Un zonage à l'intérieur même de la cave est possible, avec modulation de l'intensité de l'éclairage entre les axes de circulation et sur les zones de stockage.

### Exemple 2 : les couloirs d'accès

Allumages courts et fréquents par la mise en place de détecteurs de

présence associés à des minuteries. Eventuellement gradateur de lumière si présence d'un éclairage naturel.

## 4

## Choix des lampes

Une fois l'éclairage naturel privilégié et les besoins maîtrisés, c'est le choix des lampes qui va assurer le confort et les économies d'énergie.

Ce choix tend à se restreindre car les lampes à incandescence (classiques ou halogènes) de plus de 25 W, trop gourmandes en énergie,

sont abandonnées au profit de lampes plus performantes qui peuvent s'adapter à tout type de besoin.



## a Les lampes fluorescentes

On les trouve sous formes de tubes fluorescents ou de lampes fluocompactes aussi appelées couramment lampes basse

consommation. Elles peuvent remplacer n'importe quelle lampe à incandescence.



### Avantages

- Très bonne efficacité énergétique
- Longue durée de vie
- Recyclables à plus de 90 %
- Chauffent peu
- Adaptables à presque tous types de luminaire

### Inconvénients

- Coût
- Présence de mercure (3 mg par ampoule)
- Nécessitent un délai à l'allumage

## NOTRE CONSEIL

L'éclairage d'une lampe fluocompacte (basse consommation) de 15 W équivaut à celui d'une lampe à incandescence d'au moins 60 W. Installez-les sur les points d'éclairage les plus longtemps allumés car c'est là qu'elles vont permettre le maximum d'économies.

## b Lampes à Diodes Electroluminescentes (LED)

Ces lampes sont constituées de plusieurs diodes électroluminescentes associées.



### Avantages

- Bonne efficacité énergétique
- Très longue durée de vie
- Résistance aux chocs et au froid
- Lumière blanche ou de couleur
- Allumage instantané, compatible avec des allumages répétés
- Absence de mercure
- Pas de champ électromagnétique

### Inconvénients

- Coût élevé
- Flux lumineux faible et concentré
- Qualité et efficacité inégale
- Indice de rendu des couleurs faible pour les lumières blanches

## Comment choisir sa lampe ?

Plusieurs points sont à prendre en compte :

- tout d'abord, les luminaires doivent répondre aux normes européennes de la série NF EN 60598, gage que la fabrication

fait l'objet d'une procédure d'assurance qualité,

- la puissance (en Watt) et l'efficacité lumineuse (en lumens/watt) permettent de comparer les lampes selon leurs émis-

sions de lumière pour une même consommation électrique,

- le temps d'allumage correspond sommairement à la durée de vie de la lampe.

Tableau comparatif des efficacités et durée de vie des lampes (source : bureau d'études TRIBU).

	Incandescence standard	Halogènes	Fluorescent 38 mm	Fluorescent 28 mm	Fluorescent 16 mm	Fluorescent compact	LED
Efficacité (lumens/watt)	10-20	25	28-44	54-78	80-93	44-70	40-50
Durée de vie (heures)	1 000	2 000-5 000	8 000	8 000	8 000	10 000	30 000 50 000

- l'Indice de Rendu des Couleurs (0 nul < IRC < 100 excellent) indique la capacité de la lampe à ne pas modifier les couleurs,
- le coût global qui intègre l'achat, la durée de vie (taux de renouvellement) et les économies d'énergie générées,
- pour ce qui est de la fin de vie, les lampes à fluorescence et les LED font l'objet de collecte en magasins ou en déchèteries. A contrario, les lampes halogènes ne sont pas recyclées.



**Ne pas oublier**

L'éclairage des abords du bâtiment (voies d'accès, aires de stationnement,...) est indispensable pour la sécurité. Des lampes performantes associées à des ballasts électroniques et à l'utilisation de régulateurs ou de variateurs de puissance peuvent apporter des économies allant jusqu'à 50 % par rapport à des installations anciennes. Pour bien éclairer tout en économisant l'énergie, utilisez un éclairage direct dirigé du haut vers le bas.



# Circulation d'air et ventilation

De nombreuses solutions existent pour optimiser le renouvellement d'air d'un bâtiment, mais trouver la plus efficace pour réduire les dépenses énergétiques requiert une étude de conception et de faisabilité, notamment si on travaille sur un système existant. Une ventilation surdimensionnée avec un débit d'air neuf trop important entraînera des surconsommations d'énergie. Une ventilation sous-dimensionnée ne permettra pas d'atteindre le taux de renouvellement d'air nécessaire.

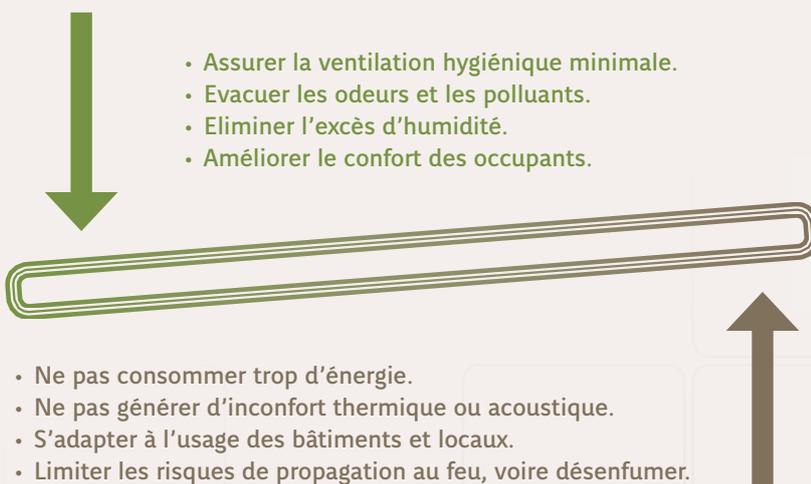
## Les points clés pour l'optimisation du système de ventilation sont :

- la fixation d'objectifs précis concernant la consommation d'énergie, la qualité de l'air ou le confort thermique et acoustique,
- l'ajustement du système de ventilation dynamique pour favoriser la circulation à l'intérieur du bâtiment (soufflage/extraction),
- dans le cas d'une réhabilitation, l'utilisation des conduits existants si le dimensionnement le permet,
- la prise en compte de l'environnement du bâtiment, notamment pour positionner les entrées d'air extérieur,
- l'établissement d'un contrat de maintenance : plus le système est complexe, plus le niveau de maintenance sera élevé et plus l'installation sera performante.

1

## Objectifs d'une bonne ventilation

Les objectifs sont parfois contradictoires :



Dans des bâtiments bien isolés les déperditions d'énergie dues à un renouvellement d'air mal dimensionnée peuvent atteindre 30 %. Le système de ventilation doit donc être efficace, bien conçu, bien installé, facile à utiliser, et bien entretenu.



## 2 Les différents types de ventilation

Avant toute chose, il est nécessaire de correctement définir ses besoins de ventilation. En effet, l'atmosphère humide d'une cuverie ne demande pas les mêmes besoins en ventilation qu'un centre de pressurage, qu'un local de stockage de vin ou qu'un local tertiaire. On peut donc retrouver différents types de ventilation au sein d'un même bâtiment.

### La ventilation naturelle

Grâce aux effets naturels du tirage thermique, elle respecte les impératifs de maintien du confort des occupants et de la conservation du bâtiment, en évitant les phénomènes de condensation et de moisissures. Cependant, elle dépend beaucoup des conditions climatiques et les débits ne sont pas maîtrisés.

Elle peut suffire dans certaines caves enterrées ou semi-enterrées où il faudra veiller à placer les entrées d'air près du sol et les sorties en hauteur.

### La ventilation naturelle assistée et contrôlée

Elle assure la maîtrise des débits d'air grâce à des volets mécaniques appelés registres asservis à des ventilateurs auxiliaires. C'est une solution simple à mettre en place car elle ne nécessite ni réseau ni gaine.

### La ventilation mécanique contrôlée (VMC)

Elle permet une circulation continue de l'air (qui ne dépend plus de facteurs extérieurs) grâce à des ventilateurs qui modulent les entrées et sorties d'air. On distingue deux variantes :

- la simple flux : c'est la technique la plus utilisée à l'heure actuelle. L'entrée et la sortie d'air peuvent être gérées automatiquement ou via des systèmes hygro-réglables, qui régulent le débit d'entrée en fonction de l'humidité,
- la double flux : ce système per-

met de préchauffer l'air entrant en récupérant la chaleur sur l'air extrait et donc générer d'importantes économies sur le poste de chauffage (la récupération d'énergie sur l'air extrait peut atteindre 90 %). Cette solution, plus onéreuse, est bien adaptée aux constructions neuves ou aux rénovations lourdes, car elle nécessite d'importants travaux, notamment pour le passage du double réseau de gaines. Elle peut également être couplée à un puits canadien.

### La ventilation mécanique répartie (VMR)

C'est le système mécanique le plus simple à installer en rénovation lorsqu'il n'y pas encore de ventilation. Elle est constituée d'aérateurs mécaniques individuels placés dans les différentes pièces et fonctionne selon le même principe qu'une VMC.





## Comparaison des performances par rapport à un système de référence VMC simple flux autoréglable.

Systèmes	Avantages	Inconvénients	Impacts			
			Energie	Qualité de l'air	Confort thermique	Confort acoustique
VMR (ventilation mécanique répartie).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solution pour la rénovation.</li> <li>• Pas de conduit et de gaine à entretenir, organes à nettoyer facilement accessibles.</li> <li>• Modèles consommant peu d'électricité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encombrement et esthétique.</li> <li>• Bruit.</li> </ul>	=	=	=	=
Ventilation naturelle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de consommation électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soumise aux aléas climatiques.</li> </ul>	-	-	-	-
Ventilation naturelle assistée et contrôlée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtrise de la ventilation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit.</li> </ul>	=	=	-	-
VMC simple flux hygro-réglable avec détecteur du taux de CO <sub>2</sub> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit d'air entrant variable en fonction du taux d'humidité et du CO<sub>2</sub> (liés à l'occupation des locaux).</li> <li>• Economies d'énergie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Système coûteux à l'achat.</li> </ul>	+	=	=	=
VMC double flux.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economies d'énergie sur la récupération des calories.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Système coûteux à l'achat.</li> </ul>	+	+	+	=
VMC double flux avec récupération et modulation de débit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de la sensation de courant d'air froid.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consommation électrique augmentée du ventilateur.</li> </ul>	+	+	+	=

(+) Plus performant (=) Comparable (-) Moins performant

## 3 Limitation des pertes d'énergie liées au renouvellement d'air

### a Faible perméabilité du bâti et des conduits à l'air

L'air doit être apporté là où c'est nécessaire et non pas par les fuites de l'enveloppe ou des conduits, au risque de générer des zones de condensation. Les bâtiments et les conduits doivent donc être parfaitement étanches.

### b Zonage du bâtiment

Toutes les zones d'un même bâtiment n'ont pas les mêmes besoins en ventilation selon le système de chauffage mis en place, l'occupation, l'inertie des pièces, la disposition des postes de travail ou la présence de polluants spécifiques liés au process. Chaque zone du bâtiment constitue un cas spécifique pour le traitement de l'air, mais certaines ont des usages similaires. On s'attachera donc à les regrouper de manière à mettre en place un système de ventilation cohérent.

### NOTRE CONSEIL

Dissocier du système général de ventilation les zones peu utilisées ou peu fréquentées de façon à réaliser des économies d'énergie. Le démarrage de ces ventilations indépendantes pourra être commandé par horloge, sonde ou détecteur de présence.

## c Gestion de l'intermittence : programmation des installations et modulation des débits de ventilation

La plupart des installations ne nécessitent pas de fonctionner en permanence au régime maximal. Des techniques de modulation permettent d'agir au niveau des réseaux (bouches d'extraction ou de soufflage) ou au niveau du ventilateur. Si

les besoins sont variables par paliers, optez pour des moteurs multi-vitesses réglables. Si les besoins varient de façon aléatoire, il est nécessaire d'utiliser un système de régulation plus complexe basée sur une température, une détection de pré-

sence, un taux d'humidité ou de CO<sub>2</sub>.

La mise en place de systèmes de régulation et de variation de débit constitue un investissement très rentable, avec des temps de retour sur investissement inférieurs à 2 ans.

### NOTRE CONSEIL

Il est possible de retarder la diminution du débit d'extraction par rapport au départ des occupants de manière à évacuer les pollutions résiduelles et la vapeur d'eau présentes dans le local. De même, décaler le démarrage de l'extraction après l'arrivée des occupants facilite la remise en température des locaux (bureaux par exemple).

## d Captage des pollutions à la source

Pour des pollutions spécifiques (par exemple dégagements de CO<sub>2</sub> en cuverie), une ventilation spécifique doit être mise en place, permettant de capter les pollutions au plus près de la source et d'éviter de brasser de grands volumes d'air. Elles peuvent tout à fait compléter voire remplacer un système de ventilation générale.



## e Mise en œuvre et entretien

La mise en place d'un système complet garantit la compatibilité des composants entre eux. La mise en œuvre et la main-

tenance doivent être assurées par une entreprise spécialisée, notamment dans le cas des VMC double flux (nettoyages réguliers

des entrées et sorties d'air et des groupes d'extraction).

## f Réglementation et normes

Le Code du travail fixe la réglementation générale et préventive, de la conception jusqu'à la sur-

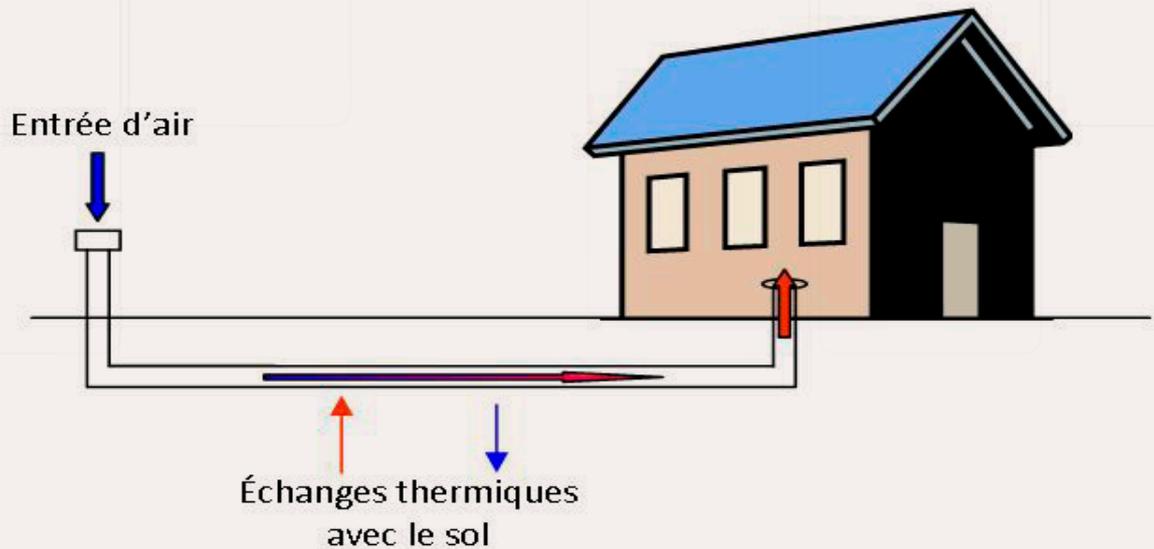
veillance de l'installation de ventilation (Art. R.235-2-4 à R.235-2-8 et Art. R.232-5 à R.232-5-14) pour

les locaux de travail fermés où le personnel est appelé à séjourner :

Désignation des locaux	Débit minimal d'air neuf à introduire (m <sup>3</sup> /h/occupant)
Bureaux, locaux sans travail physique	25
Locaux de restauration, locaux de vente, locaux de réunion	30
Ateliers et locaux avec travail physique léger	45
Autres ateliers et locaux	60

# Circulation d'air et ventilation

## g Cas particulier du puits canadien (ou puits provençal)



Il est basé sur le principe simple de faire passer l'air extérieur dans des gaines enterrées à quelques mètres de profondeur, de manière à profiter de l'inertie thermique du sol. L'air est ainsi refroidi en été quand la température du sol est inférieure à celle de l'air et réchauffé en hiver.

L'efficacité de ce type d'échangeur est liée à la relative stabilité de la température du sol, voisine de 12 °C entre 1 et 3 mètres de profondeur.

### Le dimensionnement

Pour que l'échange de calories puisse se faire, il faut tenir compte :

- du débit d'air : plus il est élevé, plus la longueur de gaine devra être importante pour que l'air ait

le temps de se rafraîchir ou de se réchauffer,

- du diamètre des gaines : plus il est faible plus les échanges seront élevés et moins la gaine aura besoin d'être longue,
- du matériau des gaines : outre sa conductivité thermique, il faut qu'il soit rigide, étanche et résistant à la corrosion,
- du terrain : certains sols permettent un échange plus important que d'autres.



### NOTRE CONSEIL

Préférer les gaines spécialement conçues pour les puits canadiens, de préférence lisses à l'intérieur pour diminuer les pertes de charge et annelées à l'extérieur pour favoriser l'échange thermique. Veiller à l'étanchéité de l'échangeur (au niveau des raccords) et au maintien d'une pente de 2 % pour évacuer les condensats.

## ILS TÉMOIGNENT DE LEUR EXPÉRIENCE

Deux années ont été nécessaires à Cédric Moussé, vigneron à Cuisles, pour concevoir et réaliser, avec l'aide de son maître d'œuvre, son nouveau bâtiment. De plain-pied, axé sur l'isolation et la maîtrise de l'énergie, il accueille à la fois l'activité viticole (véhicules et matériels d'exploitation de la vigne) et l'activité vinicole (pressoir, cuverie et stockage des vins). L'orientation du bâtiment (nord-sud) permet un apport important de lumière naturelle par de larges ouvertures au sud et un puits de lumière.

Le bâtiment est équipé :

- d'une isolation de 50 mm de mousse polyuréthane intégrée aux murs en béton préfabriqué,
- d'une isolation intérieure supplémentaire de 7 mm,
- de 4,5 m<sup>2</sup> de panneaux solaires fournissant l'eau chaude sanitaire,
- de portes isolées offrant une séparation thermique de chaque espace du bâtiment,
- d'une isolation renforcée sur les fenêtres hautes et basses,
- et de 400 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques d'une puissance totale de 53 kWc couvrant très largement les besoins en électricité du bâtiment.

La régulation de température des locaux de tirage, de dégorgement et de stockage des vins est assurée par un puits canadien. Cédric Moussé nous en parle :

*"Mes pièces sont maintenues constamment entre 10 et 14 °C grâce à 5 gaines de 350 mm de diamètre et 27 m de long enterrées à 3 m de profondeur. Un ventilateur met le puits canadien en pression et régule ainsi le débit d'air renouvelé. Celui-ci est de 3 m<sup>3</sup>/s, réparti sur 4 bouches de soufflage en cave et une en tirage/dégorgement. La sortie d'aération de la cave est disposée le plus haut possible pour évacuer la chaleur. Le fait que le terrain soit humide et argileux permet un bon échange thermique mais impose une parfaite étanchéité des gaines enterrées. Autre point important, le puits canadien est un système qui assèche l'air et peut produire des condensats (en moyenne 5 à 6 L par jour). Il est donc impératif de prévoir une évacuation automatique de ces condensats facilitant la maintenance et l'hygiène du système dans le temps."*



# Chauffage et refroidissement

En premier lieu, ce sont les niveaux d'exigence de température pour les différentes parties du bâtiment qui induisent, ou non, des gains sur la consommation d'énergie. Une régulation d'ambiance de bureaux abaissée d'un degré ou une fluctuation saisonnière en cave de deux degrés et c'est une facture annuelle d'énergie qui chute de 6 à 10 %.

Parallèlement à cela, il faut :

## • Limiter les apports internes

Le bon dimensionnement des équipements, le choix d'appareils économes en énergie, la bonne gestion de l'éclairage et de la ventilation permettent de réduire les surchauffes et de limiter le recours à la climatisation.

## • Choisir un système de climatisation ou de chauffage performant

Ce choix doit tenir compte de l'inertie du bâtiment, de l'occupation (fréquence, durée,...), des contraintes climatiques (vent, soleil, amplitudes thermiques) et de la disponibilité en énergies renouvelables.

Outre le bon dimensionnement de l'installation, le rendement des générateurs de chaud ou de froid, des circuits de distribution

et des émetteurs doit être optimal. La vitesse et la température de soufflage doivent être homogènes et l'installation facile d'entretien. Tout cela dans une installation où l'émission de polluants est la plus faible possible.

## • Gérer l'intermittence

Comme pour la ventilation et l'éclairage, le zonage précis du bâtiment détermine les besoins de chaque pièce, et de nombreux dispositifs permettent d'adapter la fourniture de froid ou de chaud à l'occupation ou l'activité.

## La régulation :

- à l'échelle du bâtiment, les thermostats d'ambiance (et/ou régulation en fonction de la température extérieure) agissent sur la production ou la distribution chaud/froid,

- à l'échelle d'une pièce en particulier, la régulation passe plutôt par des robinets thermostatiques sur les émetteurs chauds et thermostats sur émetteurs froids.

## La programmation

Elle complète la régulation en permettant de faire varier la température de consigne quand les besoins et l'occupation du bâtiment changent (en fonction de l'heure de la journée, du jour de la semaine ou de la saison). Des programmeurs multizones permettent de piloter chaque zone du bâtiment séparément.



## 1 La production de chaud

Concentrons-nous ici sur le chauffage central, où la chaleur est produite en un seul endroit par une chaudière, des capteurs solaires thermiques ou une pompe à chaleur. Cette chaleur est ensuite distribuée par un réseau relié à des émetteurs (radiateurs, aérothermes).

### a Les chaudières performantes au gaz et au fioul

Avantages	Inconvénients
Excellents rendements	Consommation d'énergie fossile et émission de gaz à effet de serre
Installation compactes et discrètes	Cuve de stockage de combustible (sauf pour le gaz de ville)
	Fluctuation du coût des combustibles, évolution structurelle à la hausse

- Les chaudières basse température nécessitent moins d'énergie et perdent moins de chaleur. Elles peuvent générer de 12 à 15 % d'économies par rapport à une chaudière classique.

- Les chaudières à condensation récupèrent de l'énergie en

condensant la vapeur d'eau des gaz de combustion, ce qui permet de générer des économies de combustible et d'émettre moins de CO<sub>2</sub> et de NOx (oxydes d'azote). Elles ont une efficacité supérieure de 15 à 20 % par rapport à des chaudières classiques.

- Les chaudières à ventouse prélèvent directement l'air nécessaire à leur fonctionnement à l'extérieur du bâtiment. Elles réduisent de 4 à 5 % les consommations d'énergie par rapport aux chaudières non équipées du système.

### b Les solutions renouvelables

Elles se divisent en deux catégories :

- celles qui convertissent via un échangeur un flux d'énergie naturel (air, soleil, sol, eau) en énergie finale

au niveau du bâtiment : le solaire thermique et les pompes à chaleur, - celles qui transmettent directement le flux d'énergie : le bois combustible.

## 2 La production et diffusion de froid

Nous ne traitons ici que du froid qui permet de réguler la température du bâtiment, ou de certaines pièces du bâtiment. Pour cela, on différencie rafraîchissement et climatisation.

### a Le rafraîchissement

C'est un refroidissement modéré et discontinu de l'air ambiant d'un bâtiment. Outre le puits canadien, une autre technique de rafraîchissement est le free-cooling. Il consiste à refroidir un bâtiment ou une zone d'un bâtiment par ventilation en utilisant

la température de l'air extérieur lorsque celle-ci est plus basse que la température intérieure, régulé par des sondes internes et externes de température.

Le free-cooling est surtout utilisable en été pour un refroidis-



# Chauffage et refroidissement



sement nocturne car il permet de décharger le bâtiment de la chaleur accumulée pendant la journée. Cette technique permet d'atteindre des rafraîchissements de l'ordre de 3 à 4 °C. Le free-cooling peut aussi

être utilisé en intersaison dans les locaux à forte inertie thermique, quand les besoins de rafraîchissement sont importants et que la température extérieure a commencé à diminuer sérieusement.

**Attention :** des phénomènes de condensation peuvent apparaître au niveau des gaines de soufflage de l'air froid. Attention aussi aux débits d'air utilisés et à la nécessité d'un brassage à l'intérieur du bâtiment.

## b La climatisation

C'est le maintien de la température ambiante de l'air d'un bâtiment ou d'une pièce par des consignes données et fixes dans le temps.

Les systèmes de climatisation sont des machines frigorifiques qui fonctionnent sur un principe de compression-détente permettant de dégager des frigories dans un air ambiant intérieur.

On distingue des systèmes individuels et des systèmes centralisés.

**Les systèmes individuels** sont souvent unitaires et de taille réduite. Ils ne peuvent climatiser qu'une seule pièce à la fois.

On recense :

- des systèmes monoblocs, internes au bâtiment, peu coûteux, peu puissants et bruyants,
- des split-systèmes, composés d'une unité intérieure et d'une unité extérieure, plus puissants mais dont l'unité extérieure (qui évacue l'air chaud) peut être plus bruyante.



**Les systèmes centralisés** peuvent climatiser la totalité du bâtiment ou plusieurs pièces. Ces systèmes nécessitent un dimensionnement frigorifique plus important. On retrouve par exemple le multi-split, qui est un équipement évolutif basé sur le split-système et les pompes à chaleur réversibles, qui peuvent alimenter des ventilo-convecteurs, des planchers rafraîchissants ou des réseaux de distribution par gaines de soufflage.

Le soleil représente une source gratuite et inépuisable de calories parfaitement adaptée à des besoins constants en chaleur. Cependant, le solaire thermique n'est pas adapté à une utilisation exclusive en chauffage. En effet, c'est en été, période de haut rendement que les besoins sont les plus faibles et inversement. Il est donc plus intéressant de valoriser l'énergie solaire pour la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS). Lors de la conception, une estimation des besoins doit être faite de manière à dimensionner convenablement l'installation solaire en fonction de l'ensoleillement disponible. L'ADEME fournit un cahier des charges type pour le dimensionnement de ce genre d'installation.

Si le besoin en eau chaude est ponctuel, le solaire thermique peut se révéler inadéquat. Cette technique éprouvée, fiable et durable est basée sur un principe simple : la chaleur du soleil est récupérée par des capteurs thermiques dans lesquels circule un fluide caloporteur (eau glycolée) qui emmagasine la chaleur et la restitue dans des échangeurs.

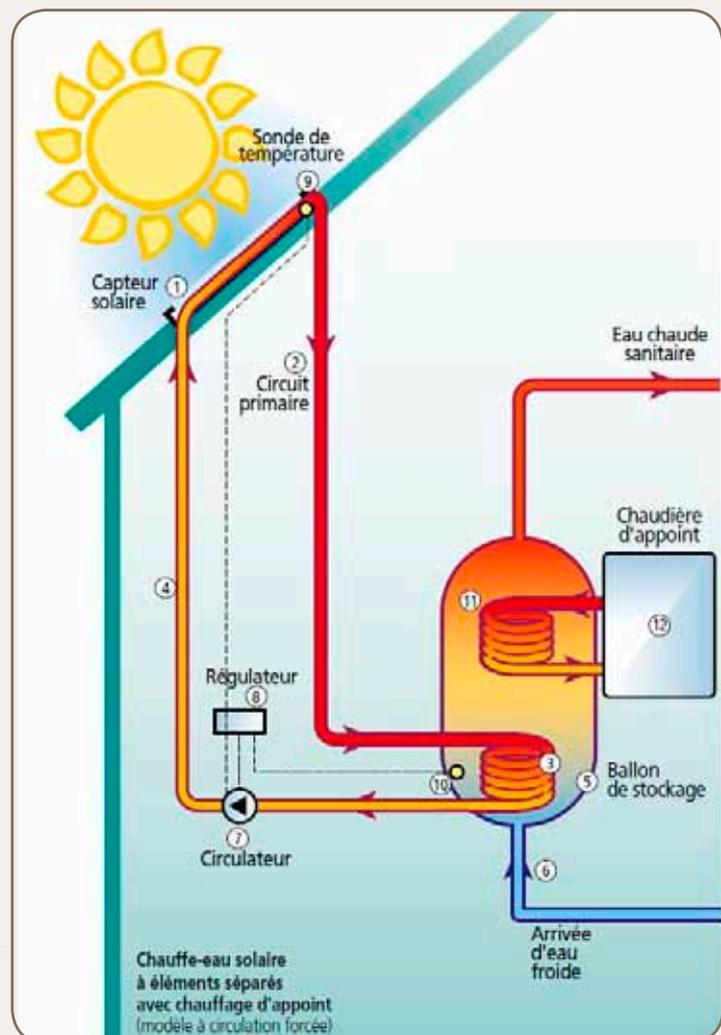
## 1 Un chauffe-eau solaire, comment ça marche ?

Un capteur situé généralement sur le toit reçoit le rayonnement solaire et chauffe le fluide caloporteur qu'il contient.

Ce fluide est dirigé via un circuit primaire, vers un échangeur thermique placé dans un ballon de stockage. L'échange des calories peut alors se faire entre le fluide du circuit primaire et l'eau chaude sanitaire du bâtiment.

Lorsque l'ensoleillement est insuffisant, un échangeur d'appoint (électrique, gaz, fioul ou bois) permet de maintenir la température demandée dans le ballon de stockage.

Cet ensemble est géré par un régulateur et des sondes de température placées tout au long du circuit.



Source : ADEME

## 2 Le choix du capteur

Plusieurs types de capteurs existent et ont chacun leur application.

	Capteurs sans vitrage	Capteurs vitrés	Capteurs sous vide
Pertes en $W/m^2/^\circ C$	15 - 20	4 - 4,5	1 - 1,5
Prix en €/m <sup>2</sup>	150	1 000	2 000
Application	Rendement mauvais : utilisé pour les piscines	Optimum pour un usage en Champagne	Adaptés aux climats très chauds

La performance du système ne réside pas uniquement dans la performance du capteur. Il est indispensable de bien dimensionner le ballon d'eau chaude par rapport

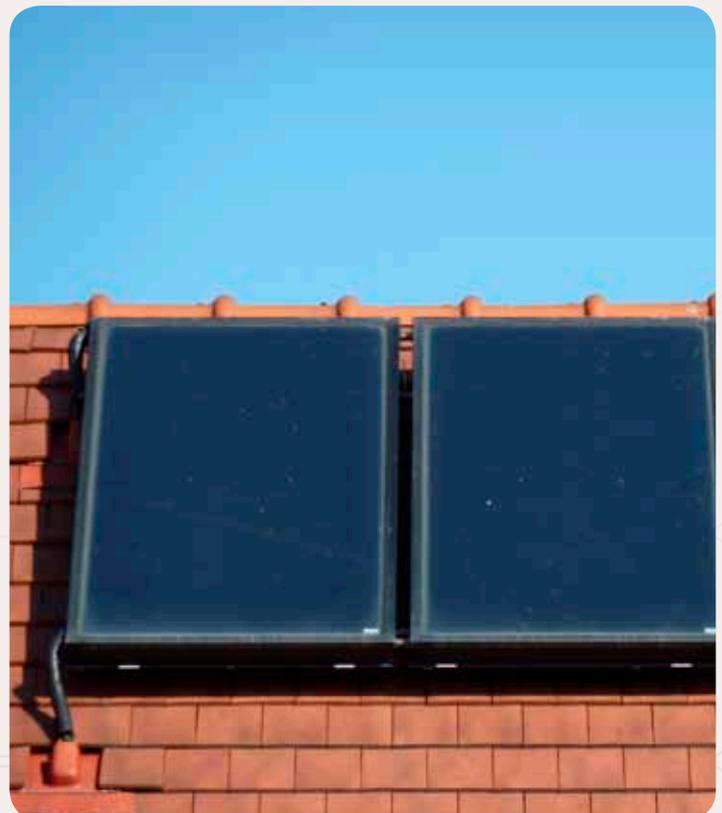
à l'utilisation qu'on souhaite en faire. Il faut aussi limiter les pertes thermiques sur le circuit primaire, et mettre en place un système de régulation performant.

### NOTRE CONSEIL

Choisir un système complet et non des éléments à assembler séparément. Avoir recours à un professionnel formé pour la mise en œuvre du matériel. Choisir des capteurs avec une certification reconnue (CST Bat, Solar Keymark) gage de fiabilité et de longévité.

## 3 Le positionnement du capteur

L'idéal est d'orienter les capteurs face au sud. Mais les orientations sud-est et sud-ouest assurent encore de très bonnes performances. L'inclinaison optimale est d'environ 35° en Champagne. Le positionnement sur toiture reste le plus judicieux car 1 m<sup>2</sup> de capteurs en toiture correspond à 3 m<sup>2</sup> de surface en terrasse du fait de l'encombrement et des zones d'ombre potentielles. De plus, les capteurs doivent être dégagés durant au minimum 6 heures par jour, et ce, toute l'année. Il faut accorder une attention particulière aux ombrages portés par les arbres et les bâtiments voisins qui peuvent parasiter la production de chaleur. Lors de la pose, le point crucial est l'étanchéité au niveau de la toiture. De plus en plus souvent, les assureurs demandent d'ailleurs des compétences de la part des couvreurs pour accorder la garantie décennale.



## 4 Les circuits

Il existe des systèmes monobloc qui couplent capteur et ballon à l'extérieur du bâtiment. Malheureusement, le ballon se refroidit plus rapidement et le système n'est pas adapté à une utilisation continue sur toute l'année. Les chauffe-eau solaires à éléments séparés sont à privilégier car le ballon est situé à l'intérieur du bâtiment.

Le liquide caloporteur peut en-

suite circuler de deux manières différentes :

- par circulation forcée avec circuit bouclé où une petite pompe électrique met en mouvement le liquide caloporteur quand il est plus chaud que l'eau sanitaire du ballon,

- par circulation naturelle ou thermosiphon où le ballon doit être placé plus haut que les capteurs pour que la thermocirculation se fasse naturellement.

## 5 L'entretien et la maintenance

Il est important de vérifier régulièrement la pression du circuit primaire, le niveau du fluide et de faire vérifier par un professionnel les raccords, la corrosion et l'état du liquide caloporteur, notamment avant l'hiver.

### NOTRE CONSEIL

La mise en place d'un suivi de comptage, calculant l'énergie solaire réellement fournie par l'installation, permet d'identifier des anomalies de fonctionnement de l'équipement et d'y remédier.

## 6 Les rendements et les coûts

En Champagne, une installation solaire thermique peut fournir entre 450 et 600 kWh/an/m<sup>2</sup> de capteur. Avec un coût moyen par installation d'environ 1 000 €/m<sup>2</sup>, le temps de retour sur investissement est de l'ordre de 15 ans. Pour plus d'informations, des documents techniques et normatifs décrivent l'installation et l'utilisation de capteurs solaires. En voici quelques-uns :

- NF DTU 65-12, NF P 50-601 : réalisation des installations de capteurs plans solaires à circula-

tion de liquide pour le chauffage et la production d'ECS.

- **Cahier du CSTB\* n° 1612** : recommandations générales de mise en œuvre des capteurs solaires semi-incorporés, incorporés ou intégrés sur une couverture par éléments discontinus.

- **Cahier du CSTB\* n° 1614** : règles générales de mise en œuvre des capteurs solaires indépendants sur une couverture par éléments discontinus.

- **Cahier du CSTB\* n° 1827** : capteurs solaires plans à circulation de liquide faisant l'objet d'un avis technique.

**Le choix et le dimensionnement de l'installation doit se faire en partenariat avec votre professionnel de chauffage.**

# Pompes à chaleur (PAC)

Les pompes à chaleur peuvent assurer le refroidissement ou le réchauffement d'un bâtiment selon la saison. Il existe deux grandes familles en fonction de l'élément dans lequel sont prélevées les calories (ou frigories) :

- géothermiques : la source de captage est le sol ou l'eau des nappes phréatiques,
- aérothermiques : la source de captage est l'air extérieur.

## 1 Le principe

Il existe plusieurs procédés utilisant ce schéma simple de pompe à chaleur. La différenciation se fait par la nature du fluide circulant dans les capteurs et les émetteurs. Chaque type de PAC a un champ d'application privilégié et chaque procédé ne peut s'ap-

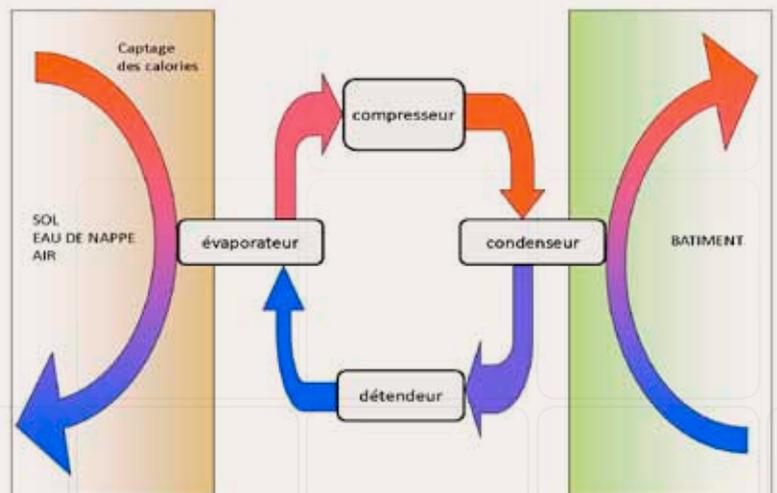
pliquer à tous les types de PAC. Le tableau suivant récapitule les possibilités d'utilisation pour chaque type de pompe à chaleur :

Origine du prélèvement	Type d'échange	PAC Aérothermiques	PAC Géothermiques		
		Captage de la chaleur dans l'air extérieur	Capteurs enterrés horizontaux	Capteurs enterrés verticaux	Sur nappe d'eau
AIR	Air/Eau	PAC mixte			
	Air/Air	PAC à détente directe			
SOL	Sol/Sol		PAC à détente directe		
	Sol/Eau		PAC mixte		
	Eau glycolée/Eau		PAC à fluides intermédiaires		
EAU	Eau/Eau				PAC à fluides intermédiaires

### a Fluides intermédiaires

Ce système présente trois circuits hydrauliques distincts, comme présenté sur le schéma ci-contre :

- un circuit frigorifique (élément au centre),
- un circuit à l'extérieur (élément à gauche) qui constitue le capteur et qui transporte les calories du milieu d'origine au fluide frigorigène de la pompe à chaleur,
- un circuit à l'intérieur du bâtiment (élément à droite) qui alimente un plancher chauffant, des radiateurs ou des ventilo-convecteurs.



PAC à fluides intermédiaires

## b Détente directe

Ce système ne met en œuvre qu'un seul circuit fermé dans lequel circule le fluide frigorigène.

## c Technologie mixte

Ce système met en œuvre deux systèmes distincts :

- l'un dans lequel circule le fluide frigorigène regroupant le capteur

et le circuit frigorifique (éléments à gauche et au centre sur le schéma précédent),

- l'autre assure le chauffage du

bâtiment via un circuit hydraulique séparé (élément à droite sur le schéma précédent).

## 2 Critères de choix d'une pompe à chaleur

Il faut avant tout porter son attention sur la performance du système. En effet, la technologie utilisée doit transférer un maximum de calories avec un minimum d'énergie consommée. Cette performance est caractérisée par le coefficient de performance de la pompe à chaleur (COP) = quantité de chaleur produite par la pompe/énergie électrique consommée par le compresseur.

Ce coefficient donne le nombre de kWh produit pour un kWh consommé. Plus il est élevé, plus le rendement de la pompe à chaleur est bon.

Une pompe à chaleur bien dimensionnée permet une économie d'énergie allant jusqu'à 60 %, si l'on compare l'installation à celle d'un chauffage électrique conventionnel.

Les autres points permettant de caractériser les systèmes sont les températures limites réelles de fonctionnement, les débits maximum et minimum, les pertes de charge sur l'air et l'eau, la sécurité thermique, les puissances et pressions acoustiques, le poids, l'encombrement et le procédé de dégivrage sur les principes aérothermiques.

## 3 Les pompes à chaleur aérothermiques

C'est la solution la plus facile à mettre en œuvre, à moindre coût, mais c'est aussi la plus bruyante (du fait de la prise d'air extérieure) et la moins perfor-

mante. Le rendement est dépendant de la température extérieure et il baisse nettement à des températures trop basses (inférieures à 5 °C).

### a Les PAC air-eau

Suivant la température maximale de l'eau restituée, on distinguera les PAC basse température (<50 °C) et haute température (>50 °C). Une pompe air/eau chauffe l'eau d'un

circuit de chauffage. Les émetteurs peuvent être un plancher chauffant, des radiateurs basse température ou des ventilo-convecteurs.



### b Les PAC air-air

Elles sont automatiquement réversibles pour assurer un dégivrage rapide. Il est possible de

recupérer les calories à l'extérieur du bâtiment ou à l'intérieur, pour cela la pompe à chaleur est

couplé à une ventilation mécanique contrôlée à double flux.

### c Les coûts

Ils sont proches pour les deux systèmes (air/air et air/eau).

- Investissement : de 60 à 90 € TTC /m<sup>2</sup> (pour chauffage et rafraîchissement).

- Fonctionnement : 2,5 à 3,7 € TTC /m<sup>2</sup>/an.



## 4 Les pompes à chaleur géothermiques

On distingue principalement deux milieux où la chaleur est extraite :

- les aquifères : on utilise alors des systèmes ouverts dans lesquels le pompage est effectué dans l'eau d'une nappe phréa-

- tique. L'eau de nappe prélevée est ensuite rejetée dans une rivière, un plan d'eau ou un réseau d'eaux pluviales après qu'on y ait prélevé les calories nécessaires,
- le sol : on utilise alors des systèmes fermés dans lesquels cir-

cule un fluide caloporteur (eau/antigel ou fluide frigorigène) qui captent les calories pour ensuite les exporter au niveau de l'échangeur de la PAC.

### a Avantages/inconvénients des systèmes géothermiques

Avantages	Inconvénients
Température relativement constante de la source de chaleur.	Coût.
Très bons rendements.	Complexité de mise en œuvre et chantier parfois long.
Ressource toujours disponible.	
Encombrement analogue à celui d'une installation de chauffage classique.	

Différents types de capteurs géothermiques existent. Les capteurs pour les sols :

	Capteurs horizontaux	Capteurs verticaux
Caractéristiques	Tubes en boucles enterrés à faible profondeur (de 0,60 à 1,20 m) et distants d'au moins 40 cm pour éviter un prélèvement trop important de la chaleur du sol.	Deux tubes formant un U installés dans un forage (jusqu'à 80 m de profondeur).
Puissance prélevée	10 à 15 W par mètre linéaire de capteur soit 25 à 37 W/m <sup>2</sup> de surface de champ de capteur. On estime la surface de capteur nécessaire à 2 fois la surface à chauffer.	Environ 50 W par mètre linéaire de capteur. On estime que l'énergie annuelle soutirée est de l'ordre de 100 kWh/m.
Inconvénients	Large surface de terrain nécessaire. <b>Attention</b> : ne jamais imperméabiliser la surface au-dessus des capteurs. Elle peut toutefois accueillir une pelouse ou des massifs de fleurs, mais pas d'arbres.	Emprise au sol réduite (mais de l'espace est nécessaire pour le chantier de forage).

### b Les coûts

Les fourchettes de prix pour des systèmes géothermiques sont très larges car ils dépendent essentiellement de la taille des projets et de

la nature des sols. Le tableau (page suivante) donne une échelle des coûts constatés en 2010.



	Système ouvert sur aquifère	Système fermé sur sondes
Phases préalables (étude de faisabilité, dossier de déclaration ou autorisation, tests, modélisations)	10 000 à 43 000 €	13 000 à 26 000 €
Prestations intellectuelles (phases préalables et maîtrise d'œuvre)	15 000 à 50 000 €	18 000 à 34 000 €
Forage (coût par mètre linéaire)	500 à 2 000 €	50 à 120 €
Raccordement et pose de la PAC	150 €/kW	
PAC (machine seule)	250 €/kW	
Instrumentation	3 000 à 5 000 €	
Maintenance (2 visites par an et rapport)	500 à 1 500 €	
Gros entretien renouvellement	3 000 à 7 000 €	500 à 1 500 €

## NOTRE CONSEIL

Il est nécessaire de faire appel à des entreprises qualifiées, surtout dans le cas de forages. Des normes et des chartes de qualité existent (par ex : NF X10-999, NF X10-980 et NF X10-970 pour les forages d'eau et de géothermie) et certaines entreprises se sont engagées dans des démarches de qualité comme par exemple QUALIFORAGE (partenariat ADEME\*, EDF\* et le BRGM\*).

## 5 Qualité du matériel

- Le marquage Eurovent garantit que les puissances et COP des matériels sont conformes aux valeurs annoncées par les constructeurs.
  - La marque NF PAC délivrée par l'AFAQ-AFNOR\* certifie la conformité des PAC aux différentes normes en vigueur.
  - Le label Promotelec valorise les équipements et solutions techniques qui contribuent à la réduction des gaz à effet de serre.
- De plus, il est fortement recommandé d'utiliser des kits complets proposés par les fabricants car il est plus difficile de garantir l'efficacité d'un système dépareillé.

## 6 Maintenance, entretien et fin de vie

La mise en service doit se faire par un professionnel expérimenté et formé aux techniques des PAC ou détenteur d'une démarche qualité. Un document de mise en service (différent de la réception des travaux) doit être rédigé. Pour toute machine ayant une charge de fluide frigorigène supérieure à 2 kg, la mise en service doit être réalisée par une entreprise ayant une attestation de capacité (décret du 7 mai 2007).



A l'exception des sites totalement isolés électriquement, la production d'électricité via des énergies renouvelables n'est rentable économiquement que si elle est totalement injectée sur le réseau. De fait, on n'agit pas directement sur la performance énergétique du bâtiment. Cette électricité produite vient compenser celle prélevée sur le réseau et utilisée par le bâtiment.

Le raccordement au réseau des installations de production d'électricité fait l'objet d'un long parcours administratif, parfois fastidieux (6 à 8 mois). Malgré tout, il existe une procédure simplifiée pour les installations de puissance inférieure à 36 kVA. Pour plus d'informations : [www.photovoltaique.info](http://www.photovoltaique.info)

## 1 Le solaire photovoltaïque

### a Fonctionnement

L'énergie solaire, composée de photons, est convertie en électricité grâce à des matériaux semi-conducteurs contenus dans des cellules photovoltaïques (par exemple le silicium). Les panneaux sont composés de plusieurs cellules produisant un courant continu. Ce courant est ensuite transformé en courant alternatif par un onduleur, dont la durée de vie est généralement de l'ordre de 10 ans.



#### Avantages

Production d'énergie renouvelable avec émissions réduites de CO<sub>2</sub>  
Systèmes globalement fiables  
Installations évolutives en fonction des besoins et des moyens

#### Inconvénients

Extraction de matériaux non renouvelables et difficilement recyclables : silicium, plomb et cadmium  
Chute du rendement de l'installation avec le temps



**Kilowatt crête (kWc)** = puissance maximale que peut produire l'installation à 25 °C et sous un ensoleillement de 1000 W/m<sup>2</sup> dans des conditions d'orientation, d'inclinaison et d'ombrage les plus favorables. Il faut environ 10 m<sup>2</sup> de modules pour développer la puissance de 1,3 kilowatt-crête (kWc), ce qui correspond à une production moyenne annuelle d'environ 1 300 kWh en Champagne.

**Kilovoltampère (kVA)** = puissance électrique apparente qui correspond à la puissance maximale en sortie de l'onduleur.

## Les technologies actuelles de cellules

### Cristallines (85 % du marché mondial)

Cellules de 0,2 à 0,3 mm connectées en série et collées sous un verre protecteur, durée de vie 25 ans.

### Couches minces

Couche de quelques millimètres d'un ou plusieurs matériaux déposée sur un support.

Silicium multicristallin, les plus courantes, rendement entre 12 et 15 %.

Silicium monocristallin, chères mais rendement jusqu'à 18 - 20 %.

Modules de silicium amorphe (ou tellure de cadmium), rendement entre 5 et 8 %, bon marché.

## b Rendements et coûts

La quantité d'énergie produite est directement proportionnelle au nombre de capteurs installés et détermine le coût total du système. Les prix varient en fonction du mode d'intégration architecturale choisi, du choix de la structure (fixe ou mobile) et de la taille de l'installation. On retiendra que le coût total d'un système photovoltaïque se situe entre 5 € et 10 €/Wc

installé (soit 500 à 1 000 €/m<sup>2</sup>). S'ajoute à cela le Tarif d'Utilisation du Réseau Public de Distribution d'Electricité (redevance annuelle) et le coût de raccordement au réseau (environ 1 000 € pour une installation de taille inférieure à 36 kVA). Les coûts de fonctionnement restent faibles car seuls les onduleurs seront à remplacer.

**A savoir :** en Champagne, la production moyenne observée sur des installations photovoltaïques est de l'ordre de 130 kWh/m<sup>2</sup>/an. Le taux de retour sur investissement estimé sur les installations existantes se situe entre 8 et 15 ans.

## c Installation

Elle doit être effectuée par un professionnel agréé ayant les doubles compétences en électricité et en étanchéité de couverture car il existe de nombreuses règles à respecter. Le rendement des modules diminuant avec l'augmentation de la température, leur mise en place doit intégrer une bonne ventilation.

L'orientation est aussi un élément prépondérant dans le rendement de l'équipement. En Champagne, l'optimum de production sera atteint pour une exposition sud à 35° par rapport à l'horizontale. Il est indispensable d'éviter les ombrages (arbre, bâtiment ou relief) car les



perdes d'efficacité peuvent être conséquentes. Il faut aussi penser aux solutions esthétiques pour favoriser l'intégration paysagère des modules. Dans le cas d'une rénovation/

réhabilitation, il est bon de vérifier au préalable que la toiture et que l'installation électrique existantes sont capables d'accueillir cette nouvelle source d'énergie.



## d Garanties

L'installation doit faire l'objet d'une attestation de conformité aux prescriptions de sécurité imposées par les règlements et normes en vigueur tels que :

- **NF EN 61215** : modules photovoltaïques au silicium cristallin.
- **NF EN 61646** : modules photovoltaïques en couches minces.
- **NF EN 61730** : qualification de

sécurité des modules photovoltaïques.

- **NF EN 61727** : systèmes photovoltaïques : caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau.
- **NF C 15-100** : installations électriques à basse tension.
- **Norme CEI 60364-7-712** : installations électriques dans le bâtiment – systèmes photovoltaïques.



## ILS TÉMOIGNENT DE LEUR EXPÉRIENCE



Photo Duval-Leroy

Dans le cadre d'un projet d'extension des locaux de production, la maison Duval-Leroy a réalisé un bâtiment accueillant la cuverie de réception des moûts, un chai de vieillissement en fûts ainsi que le laboratoire. L'implantation semi-enterrée sur trois côtés laisse la façade sud totalement libre. Après avoir exploré plusieurs pistes, le choix a été fait de recouvrir cette façade de panneaux photovoltaïques. Michel Oliveira, Directeur Général de Duval-Leroy, nous en parle :

**"Ce projet a été intégré dans la démarche globale de développement durable de l'entreprise allant de la vigne jusqu'au vin. Après avoir réussi le premier pari de l'inertie thermique du bâtiment semi-enterré, il était dommage de ne pas utiliser toute cette insolation reçue par la façade sud. Nous nous sommes alors tournés vers le photovoltaïque avec la volonté de compenser une partie des consommations électriques du bâtiment. Dans un souci d'esthétisme et d'intégration, il a été retenu un habillage de la façade avec des panneaux en position verticale. N'étant pas sur une inclinaison optimale, nous avons porté une attention toute particulière, avec l'aide de notre installateur, sur la performance du couple panneaux-onduleur pour que l'installation, soit économiquement viable".**

Il a donc été installé 250 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques d'une puissance de 28,8 kWc couvrant la consommation électrique du bâtiment.

Deux enclaves, dessinées par l'architecte pour rompre l'effet de masse du bâtiment, ont été habillées de murs végétaux de 45 m<sup>2</sup>. Elles sont à la fois un élément esthétique, un support de biodiversité et un puits de carbone.





## 2 Le petit éolien

La force, la fréquence et la régularité des vents sont des facteurs essentiels pour que l'exploitation de la ressource éolienne soit intéressante, et cela quelle que soit la taille de l'éolienne. A moins de 20 km/h de moyenne annuelle (soit 5,5m/s), l'installation d'une éolienne n'est pas conseillée. Cependant, il est important de souligner que le gisement est

très dépendant des microclimats. Le tableau suivant indique la vitesse moyenne du vent en zone 2 sur la carte générale des vents en France, zone dans laquelle se situe le vignoble champenois.

L'implantation sur la parcelle se fera dans la zone la plus exposée possible et dans un endroit dégagé.

Bocage dense, bois	3,5 - 4,5
Rase campagne, obstacles épars	4,5 - 5,5
Prairies plates, quelques buissons	5 - 6
Lacs	5,5 - 7
Crêtes, collines	7 - 8,5

Vitesse moyenne du vent en m/s en zone 2.

### a Fonctionnement

L'installation comprend une éolienne à deux ou trois pales d'une puissance moyenne comprise entre 0,1 et 20 kW. La production d'une éolienne dépend de la vitesse du vent, mais aussi du rendement du rotor et de la surface balayée par les pales. Si on augmente leur longueur de 40 %,

la puissance disponible double. Si la vitesse du vent double, la puissance disponible est multipliée par 8.

Un onduleur permet d'obtenir un courant aux qualités constantes malgré les variations du vent. La durée de vie d'une éolienne est d'environ vingt ans.

### b Installation et coûts

La mise en place d'une micro-éolienne nécessite une demande de permis de construire si le mât dépasse douze mètres de haut. Sinon, une déclaration de travaux suffit.

Les coûts d'installation par un professionnel varient dans des proportions assez importantes

en fonction de la puissance précise de l'aérogénérateur et du type de technologie proposée. S'ajoute à cela, comme pour le photovoltaïque, la redevance annuelle d'utilisation des réseaux de distribution d'électricité et le coût de raccordement au réseau.



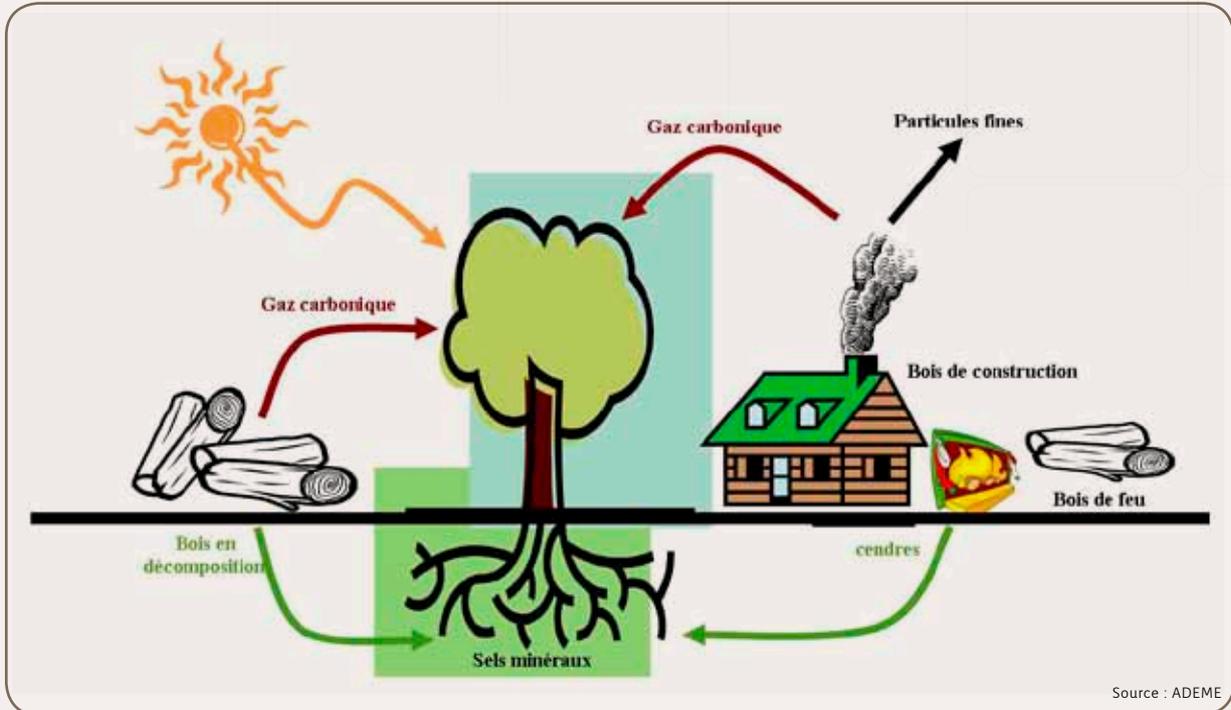
Les données enregistrées à 2 m par notre propre réseau de stations automatiques indiquent des vitesses moyennes de l'ordre de 2 à 3 m/s dans notre vignoble. Consultez-nous si vous souhaitez des informations plus précises.

### NOTRE CONSEIL

Quel que soit le principe choisi (photovoltaïque ou éolien), entourez-vous de spécialistes compétents et assurez-vous que le projet est économiquement viable.



La biomasse regroupe l'ensemble des matériaux biologiques utilisables en tant que combustible pour produire de la chaleur ou de l'électricité tel que bois, résidus de récolte, matières animales ou déchets urbains. La principale ressource de biomasse solide est la ressource ligneuse que l'on appelle le bois énergie. Elle est majoritairement d'origine forestière, mais peut aussi provenir des sous-produits de l'industrie du bois (sciures), des déchets d'emballage (pellets) mais aussi de l'agriculture et de la viticulture.



1

## Questions-réponses : le point sur les impacts environnementaux de l'utilisation du bois en chauffage

a Existe-t-il suffisamment de bois de chauffage en France ? OUI

Bois	De 15 à 200 ans
Charbon	De 250 à 300 millions d'années
Pétrole	De 100 à 450 millions d'années

Le prélèvement de bois est largement inférieur à l'accroissement naturel de la forêt, ce qui fait que la surface boisée française augmente chaque année. Le renouvellement de la forêt n'est donc pas

menacé et il existe une très forte marge de progression pour l'exploitation du bois. Un frein majeur demeure cependant le manque de structuration des filières, notamment régionales.

**Temps de reconstitution de différentes ressources énergétiques (source EUROFOR).**

b L'utilisation de la biomasse réduit-elle les émissions de gaz à effet de serre ? OUI

Bois	33 kg eq CO <sub>2</sub>
Gaz	232 kg eq CO <sub>2</sub>
Fioul	298 kg eq CO <sub>2</sub>
Electricité	85 kg eq CO <sub>2</sub>

Le CO<sub>2</sub> émis par le bois durant sa combustion est équivalent à celui séquestré par les plantes durant leur croissance. Seules sont donc comptabilisées les émissions qui ont lieu lors des phases d'explo-

tation et de transport du bois. La biomasse permet de réduire en moyenne par 2,5 les émissions de CO<sub>2</sub> en comparaison de l'électricité et par 7 à 9 en comparaison des énergies fossiles.

**Emissions de CO<sub>2</sub> par MWh de chaleur utile produite (source : Bilan Carbone V6.1 10°).**

## 2 Les systèmes de chauffage

### a Le combustible

#### Les bûches

Il existe différentes essences de bois dont le rendement énergétique est variable (feuillus tendres < résineux < feuillus durs). Au delà de l'essence, c'est la teneur en humidité qui influe le plus sur les performances : une bûche humide délivrera deux fois moins d'énergie qu'une bûche sèche (<20 % d'humidité). D'autre part, un bois vert pouvant libérer des substances polluantes peut contribuer à détériorer le système de chauffage (encrassement, cendres excessives).



#### Les plaquettes forestières (bois déchiqueté)

Elles mesurent de 2 à 5 cm de longueur et leur valeur énergétique varie elle aussi suivant le degré de séchage.



#### Les granulés ou pellets

Leur forte densité et leur faible teneur en eau (8-10 %) leur confère une teneur énergétique élevée. L'homogénéité des granulés permet d'obtenir une combustion très constante avec un minimum d'émissions nocives. Ils sont faciles à transporter et à stocker, mais onéreux. La chaudière est aussi plus simple, modulable dans sa puissance (de 6 à 60 W) et moins chère à l'achat.



Source : Jean-Luc Abraini@ADEME

## b Les chaudières

Les chaudières à granulés et plaquettes offrent désormais le même niveau de confort que les chaudières modernes à gaz ou au fioul car elles sont automatisées et programmables. La régulation électronique permet de gérer la puissance, l'alimentation, la combustion, le décendrage et l'extraction des fumées afin d'optimiser le système. A noter que les filtres ne

sont pas obligatoires sur les petites chaudières mais permettent un dépoussiérage efficace des fumées. Les rendements varient entre 75 et 85 %, voire atteignent 90 % pour certains types de chaudières à granulés. L'approvisionnement de la chaudière est différent suivant le type de combustible :

- **Plaquettes** : les livraisons s'effectuent par camion benne, direc-

tement dans un silo enterré ou de plain-pied accolé à la chaufferie, alimentée par une vis sans fin. Sa contenance, de 25 à 100 m<sup>3</sup>, nécessite généralement plusieurs livraisons annuelles,

- **Granulés** : ils sont également stockés dans un silo. L'alimentation peut se faire par un système d'aspiration et permet d'éloigner le silo de la chaudière (20 m maximum).



### NOTRE CONSEIL

Pour les granulés, utilisez des produits porteurs de la norme "NF granulés biocombustibles" qui assure le taux d'humidité, les dimensions et le pouvoir calorifique. Pour les chaudières de puissance inférieure ou égale à 70 kW, le label "Flamme verte" assure la performance du matériel vis-à-vis des normes européennes en matière d'émissions de polluants ainsi qu'un rendement de 70 % minimum. Utiliser des ressources locales pour ne pas avoir à transporter le combustible sur de trop longues distances.



## 3 Coûts

### a Le prix des appareils

L'investissement reste très élevé, mais les appareils nécessitent peu d'entretien.

#### Investissements comparés de différents types de chaudière

Chaudière gaz	Chaudière fioul	Chaudière bûches	Chaudière plaquettes	Chaudière granulés
2 000 à 6 000 €	3 000 à 6 000 €	1 500 à 4 500 €	4 500 à 12 200 € (avec installation et silo : 20 000 à 33 000 €)	2 000 à 8 000 € (avec installation et silo : environ 16 000 €)

Pour le gaz et le fioul, selon les cas, il faut ajouter le prix des cuves ou de l'abonnement.

### b Le prix du combustible

	Bûche	Plaquette	Granulé
Unité	Stère	m <sup>3</sup> apparent (MAP)	Tonne
Unités/Tonne	2	4	1
Energie/Unité	1 400 à 2 100 kWh	400 à 1 000 kWh	4 600 kWh
Energie/Tonne	2 800 à 4 200 kWh	1 600 à 4 000 kWh	4 600 kWh
Prix/Unité	30 à 80 € hors transport	23 €	140 € (vrac) à 260 € (sac)
Prix/Tonne	60 à 160 €	92 €	140 à 260 €

Source : ministère de l'Economie, des finances et de l'industrie 2009.



## LA BIOMASSE VITICOLE CHAMPENOISE

### Pourquoi s'intéresser à la valorisation énergétique de la biomasse ligneuse issue de vignoble ?

Le gisement est composé des sarments et des charpentes issus de la taille annuelle de la vigne et des souches provenant des arrachages de parcelles. Nos estimations font état d'un gisement théorique de l'ordre de 150 000 tonnes à l'échelle de la Champagne. Sans valorisation, par le jeu des phénomènes naturels de la photosynthèse, de la respiration et des exportations via la récolte ou les bois, le bilan carbone de la vigne est nul. En revanche, si l'énergie contenue dans la biomasse est utilisée en substitution d'une énergie fossile, le bilan devient positif. A l'échelle de la Champagne, le contenu énergétique du gisement est énorme. Il est de l'ordre de 0,5 à 1 tonne équivalent pétrole par hectare et par an.

L'objectif consiste à valoriser les 20 à 25 % de ce gisement qui sont aujourd'hui brûlés à l'air libre.

### Comment valoriser la biomasse ?

Deux possibilités existent : valoriser sa propre biomasse dans une chaudière à bois individuelle ou participer aux opérations de collecte mises en place dans le vignoble.

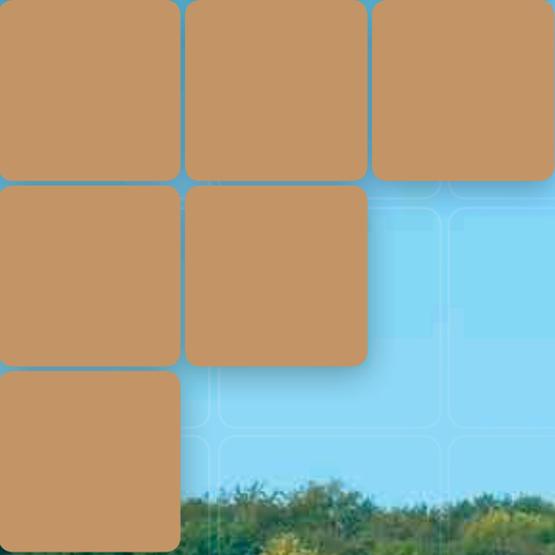
### Quels sont les avantages/inconvénients de la valorisation de la biomasse viticole ?

**D'un point de vue énergie/effet de serre**, le bilan est largement positif et permet de valoriser efficacement un gisement disponible en quantité importante.

**D'un point de vue technique**, la biomasse viticole apparaît comme un bon combustible mais elle génère des taux de cendres relativement importants.

**Au niveau des nuisances locales**, la combustion (en particulier celle des souches) émet des quantités de particules importantes dans les fumées. Pour cette raison, nous recommandons de valoriser les résidus ligneux de la vigne en mélange avec des plaquettes forestières dans une proportion voisine de 1/3 et 2/3.





Nous adressons nos plus vifs remerciements aux institutions (en particulier l'ADEME de Champagne-Ardenne) ainsi qu'aux professionnels champenois qui ont contribué à la réalisation de ce guide.

Ce guide est téléchargeable dans l'espace extranet du site [champagne.fr](http://champagne.fr)

Afin de réduire son empreinte écologique, il a été imprimé en nombre limité, avec des encres végétales et sur du papier 100% recyclé bénéficiant de l'écolabel européen.





Le Vigneron Champenois  
Réseau des correspondants de l'AVC  
Tournées d'estimations  
Conseils en viticulture et œnologie  
Permanence téléphonique  
Information et assistance technique  
Diagnostics  
Réunions d'hiver - Tournées sur le terrain en saison  
Magister  
Formation  
Centres de pressurage  
Analyses - Certificats de pureté  
Environnement  
Expérimentation - Recherche  
Veille réglementaire

5 rue Henri Martin  
BP 135  
51204 Epernay Cedex  
tél. 03 26 51 19 30  
fax 03 26 51 50 97

Antenne CIVC de l'Aube  
21 avenue Bernard Pieds  
10110 Bar-sur-Seine  
tél. 03 25 29 85 46  
fax 03 25 29 62 20

[www.champagne.fr](http://www.champagne.fr)

Dominique Moncomble..... 03 26 51 50 70  
Marjorie Dor..... 03 26 51 50 67  
Florence Bristiel..... 03 26 51 50 80  
Michaël Rattier..... 03 26 51 50 75  
Fabienne Péters ..... 03 26 51 50 95

#### ENVIRONNEMENT

Arnaud Descôtes ..... 03 26 51 50 63  
François Berthoumieux ..... 03 26 51 34 11  
Alexandra Bonomelli ..... 03 26 51 50 62  
Cédric Georget ..... 03 26 51 50 96  
Marie-Noëlle Hamoudi-Viaud . 03 26 51 19 59  
Pierre Naviaux..... 03 26 51 34 16

#### VITICULTURE

Laurent Panigai ..... 03 26 51 50 72  
Bénédicte Cousin ..... 03 26 51 50 64  
Sébastien Debuissou..... 03 26 51 50 59  
Bruno Duron ..... 03 25 29 85 46  
Olivier Garcia ..... 03 26 51 50 74  
Claire Germain ..... 03 26 51 50 76  
François Langellier ..... 03 26 51 50 68  
Manon Morlet ..... 03 26 51 50 65  
Marie-Laure Panon..... 03 26 51 50 73  
Pascale Pienne..... 03 26 51 34 39  
Géraldine Uriel..... 03 26 51 50 71  
Marie-Pierre Vacavant..... 03 26 51 50 78

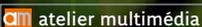
#### ŒNOLOGIE

Michel Valade ..... 03 26 51 26 22  
Florence Doulet ..... 03 26 51 19 62  
Denis Bunner ..... 03 26 51 19 60  
Sandrine Lapie ..... 03 26 51 18 29  
Monique Laurent..... 03 26 51 19 67  
Isabelle Tribaut-Sohier ..... 03 26 51 19 61  
Dominique Tusseau..... 03 26 51 26 23

# ASSOCIATION VITICOLE CHAMPENOISE

Crédit photographique  
Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne

Création & Composition

 atelier multimédia Pôle Technique & Environnement du CIVC

[www.avc.net](http://www.avc.net)