



### ■ Les parois de la cave :

Le choix du revêtement des murs est assez large. Ils peuvent être constitués de :

- Pierres jointées apparentes dans le cas de caves « naturelles »
- Briques creuses ou pleines qui permettent, par leur structure micro-poreuse, la régulation de l'humidité.
- Enduit ciment ou à la chaux éteinte



### ■ Le sol :

Dans les caves d'affinage traditionnelles, le revêtement de sol peut être constitué de :

- Terre battue, pierre volcanique ou autre mais avec une allée bétonnée pour le passage du fromager.
- Une dalle de béton lissée seule ou recouverte d'un carrelage ou d'une résine antidérapante.



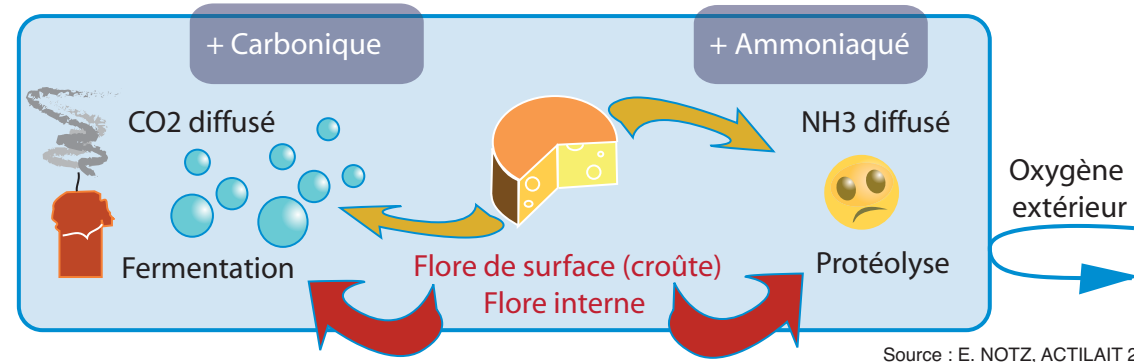
✓ **Le conseil du technicien :** Lorsque la cave est grande, un siphon de sol pouvant être obturé permettant l'évacuation des eaux usées s'avère très utile pour procéder à un nettoyage ou une désinfection de la pièce.

### ■ Le conditionnement de l'air :

Pendant toute la période d'affinage (2 à 6 mois en général), les microorganismes d'affinage ont une activité intense de protéolyse et de fermentation des composés du fromage (schéma ci dessous). Lors de ces réactions métaboliques, la production de composés gazeux, tels que l'ammoniac et le gaz carbonique peut nuire à la bonne conduite de l'affinage si ils sont présents en trop grande quantité dans la pièce.

### ▶ A l'intérieur d'une cave sans conditionnement de l'air

Il s'avère donc que la création d'un système de traitement de l'air est indispensable à la bonne maîtrise des composés gazeux produits.



Comment procéder :

- Pour permettre une entrée d'air de l'extérieur, il suffit de créer une ouverture basse (grille aération + filtre) avec commande manuelle d'ouverture et fermeture de l'entrée d'air.
- Pour permettre une extraction des composés gazeux, il suffit de créer une sortie d'air naturelle en position basse, car l'ammoniac est un gaz lourd, (conduit d'évacuation de l'air) ou **mécanique en position haute** (installation d'un extracteur) à l'opposé de l'entrée d'air.

Le débit de l'extracteur est en général assez faible, entre 40 à 60 m<sup>3</sup>/heure pendant 10 à 30 minutes par jour, à commande manuelle ou avec une horloge de programmation. La mise en route de l'extracteur se fait en fonction de la production de composés gazeux, c'est-à-dire en fonction de la durée d'affinage et du chargement de la cave.

✓ **Le conseil du technicien :** il n'existe pas de chiffre précis pour la gestion du renouvellement de l'air dans les caves d'affinage des pâtes pressées non cuites. Le seul indicateur pertinent est le taux d'ammoniac dans la pièce. Plus simplement, on peut considérer que le fait d'avoir les yeux qui pleurent en entrant dans la cave correspond à un seuil d'alerte. Il est alors temps de mettre en marche l'extracteur d'air.



### ■ Le dimensionnement de la cave :

Il est très difficile de donner une proportion entre le nombre de fromages et une surface pour le dimensionnement de la cave. Mais la démarche peut être la suivante :

1- Production fromagère	2- Surface totale nécessaire à la durée d'affinage	3- Organisation de la salle d'affinage
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître la production journalière, en période de pointe, des fromages fabriqués</li> <li>- Evaluer cette production dans 5 ans ou plus</li> <li>- Connaître l'encombrement des fromages (format, poids)</li> </ul> <p><b>Surface nécessaire pour la production journalière</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaître le nombre de jours d'affinage des fromages par format (objectif de vente)</li> <li>- Déterminer le type de support d'affinage : Planche en bois, claies inox ou autres et les dimensions des supports (profondeur, largeur, hauteur etc.)</li> <li>- Déterminer la surface totale du rayonnage nécessaire à la durée d'affinage en fonction de ces paramètres</li> </ul> <p><b>Type et nombre de rayonnages</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir la disposition des supports d'affinage</li> <li>- Définir l'espace nécessaire entre rayonnages</li> <li>- Prévoir la surface pour les allées (environ 1 mètre) et l'ouverture de la porte</li> <li>- Prévoir si nécessaire 1 à 2 m<sup>2</sup> pour le bac de saumure</li> </ul> <p><b>Dimensions de la salle d'affinage</b></p>

✓ **Le conseil du technicien :** il est préférable de choisir un système avec planches en bois mobiles car il a l'avantage de faciliter le nettoyage des planches, le retournement et le frotage des fromages lors de soins à apporter en affinage. Mais aussi d'avoir des planches d'affinage de divers formats.

Exemple d'un système d'étagères fixes avec affinage sur planches en bois mobiles



Planches en sapin pouvant contenir 6 fromages de 1.5 kg, de dimension type 25 cm de large sur 1.50 cm de long



Contenu technique

Exemple de construction d'une cave traditionnelle

Le mur est en béton coulé, mais il peut être réalisé en parpaings ou autres matériaux

Ici l'isolant est en plaque de 10 centimètres d'épaisseur

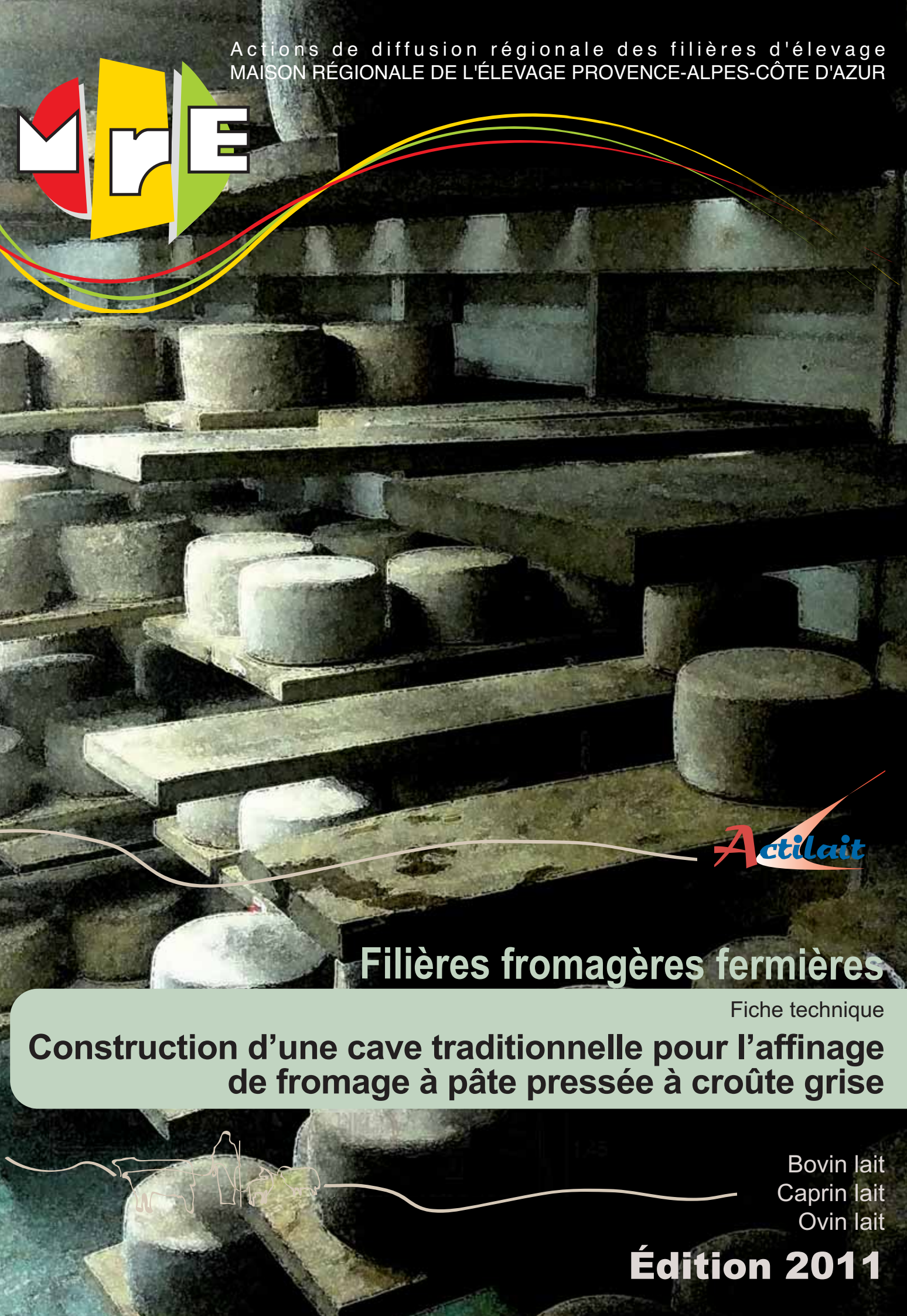
Exemple de réhabilitation d'une cave naturelle :



Le mur de la cave est recouvert de plaques de brique creuse



Avec le soutien financier



## Filières fromagères fermières

Fiche technique

### Construction d'une cave traditionnelle pour l'affinage de fromage à pâte pressée à croûte grise

Bovin lait  
Caprin lait  
Ovin lait

Édition 2011



## Construction d'une cave traditionnelle pour l'affinage

"Les conditions d'affinage (température, hygrométrie, teneur en gaz) sont primordiales pour garantir un bon développement des qualités organoleptiques des fromages (aspect, texture, goût). Pour les fromages à pâte pressée à croûte grise, les caves d'affinage traditionnelles (murs non lisses, planches en bois) ont fait leur preuve en termes de qualité des fromages. La présente fiche explique comment concevoir de telles caves, comment les équiper et comment les utiliser dans le respect de bonnes conditions, notamment d'hygiène.

### ► Ce que dit la réglementation hygiène

Les ateliers de transformation fromagère sont soumis à la réglementation du paquet hygiène et plus particulièrement, pour la conception des locaux à l'annexe II du règlement européen 852/2004. Les textes prévoient d'accorder des dérogations pour les produits traditionnels, d'une part concernant les locaux d'affinage, et d'autre part concernant la nature des matériaux de construction. Un arrêté français est en cours de validation, qui devrait établir que tous les produits laitiers fermiers entrent dans la définition des produits traditionnels, et peuvent donc bénéficier de ces dérogations.

Pour résumer : sont notamment autorisés :

- Au niveau des locaux : l'utilisation de caves d'affinage naturelles aux murs, plafonds et portes non lisses
- Au niveau des matériaux : l'utilisation de matériaux traditionnels, dont les planches en bois pour l'affinage des produits laitiers

### ► Les conditions d'ambiance des caves d'affinage

Paramètres technologiques	Valeurs cibles
Hygrométrie en %	95 à 98 %
Température en °C	11 à 14°C
Coefficient de renouvellement de l'air en volume/heure	< 20 vol/H
Vitesse de l'air à la surface des fromages en mètre / seconde	< 0.2 m/s
Valeur du delta t (voir plus bas pour définition)	< 5°C

Ces paramètres technologiques sont à transmettre au frigoriste lors de l'installation du groupe frigorifique. Le frigoriste prendra en compte, pour garantir ces paramètres : l'isolation des murs, le volume de la pièce, le choix du compresseur, la quantité de fromages, la fréquence d'utilisation...

### ► Le choix de l'installation frigorifique à compression

Le paramètre essentiel d'une installation frigorifique à détente indirecte est son delta T. Cet indicateur correspond à la différence entre la température d'évaporation du fluide frigorifique (HFC) dans l'évaporateur et la température de la pièce. Cet écart ne peut être inférieur à 4.5-5°C. Le delta T recommandé doit être inférieur ou égal à 5°C. Plus le delta T est élevé, plus l'installation assèche.

Pour l'affinage des fromages à pâte pressée à croûte grise, il est recommandé de choisir, une installation frigorifique dite à évaporateur statique.

En effet celui-ci permet de garantir plus facilement une hygrométrie supérieure à 95% et ne produit pas de ventilation de l'air dans la pièce. Les inconvénients de l'utilisation d'un évaporateur statique, sont son encombrement et son coût plus élevé qu'une installation frigorifique à évaporateur dynamique.



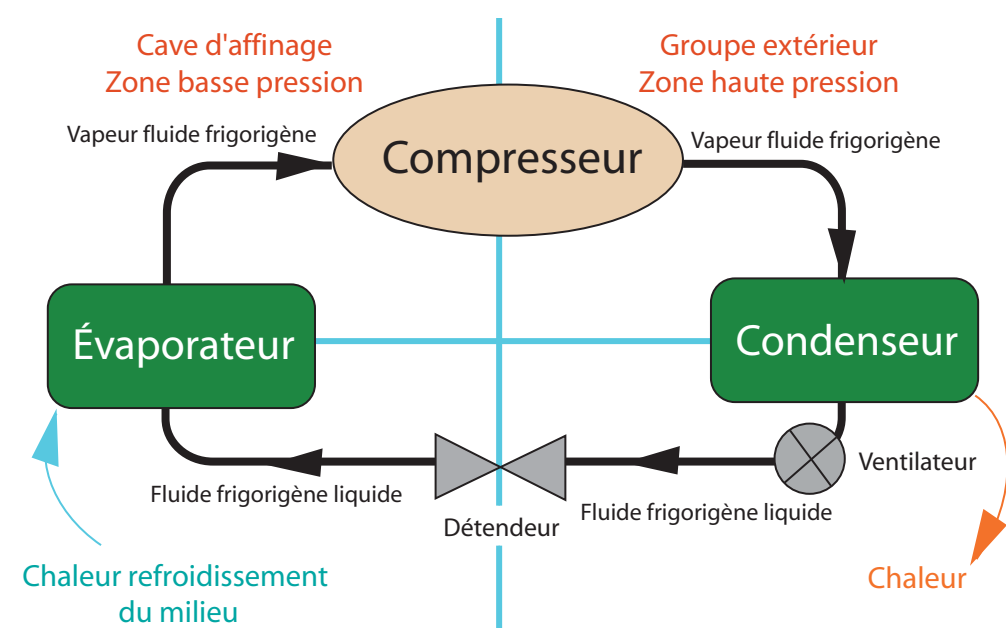
Cave d'affinage avec une installation frigorifique à évaporateur statique

#### ■ Principe de fonctionnement

L'installation frigorifique est composée de différents constituants :

- Un compresseur qui a pour rôle principal de mettre en mouvement le fluide frigorifique et d'augmenter sa pression pour permettre sa condensation.
- Un condenseur qui a pour rôle de désurchauffer les vapeurs provenant du compresseur jusqu'à la température de condensation.
- Le détendeur permet l'abaissement de pression du fluide frigorigène.
- L'évaporateur a pour rôle de permettre l'évaporation du fluide frigorigène (surchauffe des vapeurs) et ainsi produire du froid.

#### ■ Schéma de principe d'une installation frigorifique à compression



#### ■ Les différents types d'évaporateur

	avantages	inconvénients
Les évaporateurs statiques	- Facilité pour maintenir des hygrométries supérieures à 95% (en raison de leur faible delta T). - Pas de ventilation	- Encombrement (prévoir une hauteur sous plafond supérieure à 2m50). - Plus coûteux à l'achat que les évaporateurs dynamiques.
Les évaporateurs dynamiques	Faible encombrement Bon brassage de l'air, homogénéité de l'ambiance	- Tendence à assécher la surface des fromages - Difficultés pour atteindre et maintenir des hygrométries supérieures à 95%

#### La conception de la cave d'affinage

##### ■ L'isolation :

Une isolation efficace des parois (murs et plafond) de la cave est nécessaire pour d'une part garantir des conditions d'ambiance conformes aux objectifs et d'autre part optimiser les coûts énergétiques du fonctionnement du groupe frigorifique.

Il existe de nombreux isolants de nature minérale, naturelle ou synthétique sur le marché des matériaux de construction.

Pour la construction de la cave d'affinage, préférez un isolant disponible sous forme de plaques plutôt que sous forme de rouleaux car plus facile à poser. L'isolant doit aussi être résistant à l'eau et avoir une faible perte d'efficacité dans le temps.

L'enterrement de la cave d'affinage est aussi un très bon moyen de garantir une bonne isolation et de réduire les ponts thermiques.

##### ■ Comment choisir son isolant ?

Le pouvoir isolant d'un matériau s'évalue à partir de sa conductivité thermique, notée lambda ( $\lambda$ ). C'est sa capacité propre à conduire la chaleur : plus lambda est faible et plus est grand le pouvoir isolant du matériau. Il s'exprime en Watts par mètre par Kelvin (W/m. K)

Un autre indicateur est la résistance thermique, notée R. Il exprime la capacité d'un matériau à résister au froid et au chaud. Plus le R est élevé, plus le produit est isolant. R rapporte la conductivité du matériau à l'épaisseur de matériau installé. Il s'exprime en Kelvin par Watt (K/W).

✓ **Le choix du technicien :** un isolant synthétique de type polystyrène expansé se prête bien à l'isolation d'une cave car il est bon marché (pour des plaques de 100 mm d'épaisseur compter environ 10 €/m<sup>2</sup>) et facile à poser. D'autres types d'isolants minéraux ou naturels peuvent être utilisés (dans le cadre d'une construction de type développement durable par exemple), mais ils sont pour la plupart moins résistants à l'eau et plus coûteux (de 15 à 30 €/m<sup>2</sup>).

