



Éric **Felice** | Philippe **Révilla**

*Des solutions  
efficaces et respectueuses  
de l'environnement*

# Guide de l'éco-habitat

L'essentiel à savoir avant  
de construire ou rénover

**Maison**  
magazine

DUNOD



# Table des matières

---

## Laissez-vous guider ! ..... 9

- Inspirez-vous de réalisations existantes 9
- Exploitez le contexte naturel 10
- Concevez une structure performante 11
- Privilégiez les éco-matériaux 12
- Réussissez votre ventilation 12
- Utilisez les énergies renouvelables 12
- Décorez au naturel 14
- Effectuez le diagnostic de votre habitat 14
- Entrenez votre projet 14

## Des projets innovants, sources d'inspiration... 17

- La maison du Trégor : une modularité réfléchie 18
- Une habitation aux multiples ressources  
écologiques 22
- Un moulin réhabilité au naturel 28
- Un bâtiment collectif économe 31
- Les éco-quartiers 33
- Qu'apprendre de ces exemples ? 34

## Comprendre l'éco-habitat ..... 37

- La maison bioclimatique 38
- La maison écologique 40

## Réaliser une enveloppe performante. . . . . 49

- Un projet de construction qui se doit d'être écologique 50
- Les techniques d'isolation 53
- Les matériaux de construction 58
- Les matériaux d'isolation 61
- Les surfaces vitrées 61

## Utiliser les bons matériaux pour bien isoler . . . . 67

- Le choix en matière d'isolants 68
- Les matériaux à isolation répartie 70
- Les matériaux à isolation rapportée 73

## Réussir la ventilation de l'habitat. . . . . 79

- La ventilation dans l'habitat : une nécessité 80
- La VMC simple flux 84
- La VMC double flux 84
- La VMC couplée à un puits canadien 87

## Maîtriser les énergies renouvelables . . . . . 89

- La filière bois 91
- Le solaire thermique 105
- Le solaire photovoltaïque 111
- Les pompes à chaleur (PAC) 118
- Le puits canadien ou provençal 129
- L'éolien individuel 130
- La récupération des eaux de pluie 137

## Habiter un intérieur sain et harmonieux. . . 143

- Alerte aux pollutions intérieures 144
- Que faire ? 146

## Réaliser le diagnostic de l'existant. . . . . 153

- Le Diagnostic de performance énergétique (DPE) 154
- Deux exemples de techniques de diagnostic 155

## **Vous informer, vous préparer ..... 159**

- **Les réglementations thermiques (RT)** 160
- **Les labels de performance énergétique des bâtiments** 162
- **Les aides au financement** 166
- **Procéder pas à pas** 171

## **Ressources..... 177**

- **Guides et revues** 177
- **Ouvrages** 177
- **Liens utiles** 178
- **Les fabricants** 180





# Réaliser une enveloppe performante

---

Le travail sur  
la qualité de l'enveloppe  
est fondamental  
pour minimiser  
les consommations  
énergétiques et  
contribuer à la sensation  
de bien-être  
et de confort.

Le travail sur l'enveloppe du bâti est primordial pour réussir une construction alliant performance énergétique, confort et respect de l'environnement. L'éco-habitat est une maison solide, durable, économe en énergie, lumineuse et rationnelle, voire évolutive au gré du développement de la famille et de ses aspirations.



### Inertie thermique et déphasage d'un matériau

L'inertie thermique d'un matériau est la capacité de celui-ci à accumuler de l'énergie calorifique et de la restituer en un temps plus ou moins long. Chaque matériau possède une capacité thermique qui caractérise son pouvoir d'accumulation de la chaleur. Les matériaux « lourds », dits à inertie, présentent une forte capacité thermique et sont donc capables de stocker les calories issues des apports solaires. Le laps de temps entre la réception de ces apports et la restitution de la chaleur est appelé déphasage et se mesure en heures.

## Un projet de construction qui se doit d'être écologique

Il est évident que la maison que l'on souhaite faire construire ou rénover est envisagée pour durer. L'éco-habitat, dont il est alors question, nécessite de réduire l'impact négatif du bâtiment sur l'environnement. Il est bon de savoir qu'il est envisagé, sur le plan national, une réduction par quatre de la consommation énergétique totale du parc de bâtiments en France d'ici 2050 !

On connaît à présent l'importance de la consommation énergétique du secteur du bâtiment en France puisqu'il représente environ 44 % de l'énergie fossile consommée. Il participe, d'autre part, à hauteur de 22 % à l'émission des gaz à effets de serre (GES) dans l'atmosphère.

L'habitat d'aujourd'hui doit donc être pensé et construit pour occasionner la plus faible empreinte écologique possible dans son environnement, et ceci dans la durée avec le plus d'efficacité possible.

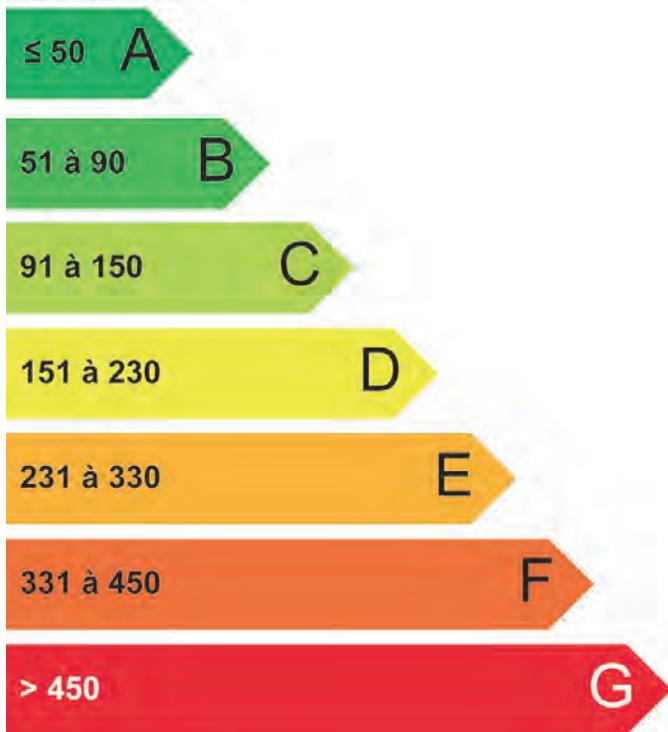
Dès la conception, intégrer un habitat moins énergivore, générant moins de pollutions et offrant aussi la possibilité de promouvoir et de mettre en œuvre les énergies renouvelables, constitue une action majeure dans la préservation de l'environnement.

La notion d'enveloppe du bâtiment prend alors tout son sens, puisqu'il s'agit de limiter les déperditions thermiques de l'habitat et de le rendre moins pollueur. Les actions nécessaires consistent à favoriser l'utilisation de matériaux sains et naturels qui seront aptes à présenter une inertie thermique et un déphasage suffisants pour tendre vers des bâtiments soit passif, soit ou à énergie positive.

Les bâtiments existants et neufs se voient à présent dotés de deux étiquettes :

- ▶ une étiquette énergie qui informe de leurs performances énergétiques,
- ▶ une étiquette GES qui informe de leurs émissions de gaz à effet de serre.

#### Logement économe



#### Logement énergivore

← L'affichage énergétique pour les bâtiments (étiquette énergie)

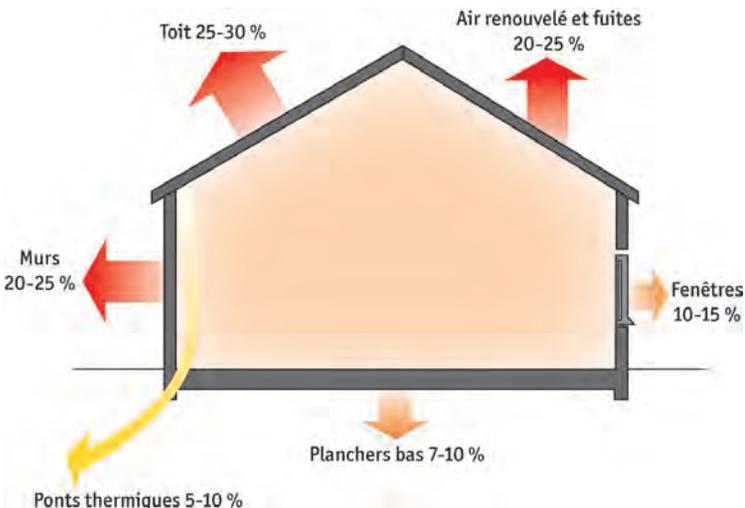
À ce jour, ces deux informations de performances et d'émissions doivent être fournies à la livraison de toute construction neuve et lors de la vente ou de la location d'un logement (voir à ce sujet le chapitre Réaliser le diagnostic de l'existant). Elles sont réalisées grâce à des mesures effectuées dans le cadre du Diagnostic de performance énergétique (DPE).

Ces informations s'inscrivent dans la démarche d'efficacité énergétique des bâtiments en informant sur les consommations énergétiques d'un logement. C'est aussi une façon de sensibiliser le grand public, les propriétaires et les futurs acheteurs sur les enjeux de la lutte contre le réchauffement climatique et d'inciter à favoriser la construction de maisons efficaces et donc génératrices d'économies d'énergies.

## ■ La notion d'enveloppe

- ▶ L'enveloppe d'un bâtiment comprend l'ensemble de toutes les surfaces en contact direct avec l'extérieur. Il s'agit ainsi des murs extérieurs, de la toiture, des sols et des surfaces vitrées. Son efficacité dépend aussi de la qualité des menuiseries et des ouvrants utilisés dans l'habitat.

### → La notion d'enveloppe du bâtiment



- ▶ La représentation schématique ci-dessous permet de visualiser l'ensemble des déperditions thermiques dans l'habitat.
- ▶ L'objectif d'une enveloppe performante est de ralentir les échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur de l'habitat, et donc de limiter la perte de chaleur.
- ▶ La qualité d'une enveloppe bâtie sera assurée grâce à une conception réfléchie dès l'origine et qui prend en compte :
- ▶ l'isolation thermique et phonique de la construction (déperditions de chaleur et nuisances sonores limitées) ;
- ▶ l'étanchéité à l'air et à l'eau (gestion des infiltrations d'air et traitement des problèmes d'humidité extérieure vis-à-vis du bâti) ;
- ▶ la ventilation des locaux (régulation de l'humidité ambiante).
- ▶ Assurer une enveloppe performante du bâti peut s'effectuer à partir de plusieurs axes de travaux. Les différents procédés présentés

dans les lignes suivantes font partie de ces démarches visant à combiner une bonne isolation et des matériaux présentant une bonne inertie thermique et des qualités intrinsèques profitables au confort intérieur d'un habitat de qualité.

## Les techniques d'isolation

### ■ À partir d'un matériau unique

Aujourd'hui, de nouveaux matériaux assurent à eux seuls les doubles fonctions structurelle et isolante propres à une paroi opaque de qualité. Cela est possible grâce aux propriétés isolantes de ces matériaux, qui incluent une forte présence d'air immobile dans la constitution même du matériau (structures alvéolaires). C'est le cas des blocs préfabriqués de type Monomur (béton cellulaire, brique en terre cuite, etc.).

C'est aussi le cas pour des enveloppes réalisées en structure bois comme nous le verrons dans les lignes suivantes. Il est nécessaire dans ce cas que les éléments utilisés présentent des épaisseurs suffisantes pour participer efficacement à l'isolation de l'habitat, ou qu'ils soient associés à des matériaux isolants naturels, comme la laine de lin ou le chanvre par exemple.

### ■ Isoler les murs par l'intérieur

L'isolation des parois verticales est réalisée au moyen de l'application d'un matériau isolant sur le côté intérieur des parois. C'est la solution la plus courante et largement exploitée dans l'habitat résidentiel. Cette technique offre la possibilité d'associer relativement facilement tous types d'isolants sous forme de panneaux de laines ou encore en vrac. Cette solution, même si elle assure une isolation thermique qui peut être de bonne qualité et performante, ne règle pas pour autant les problèmes liés aux ponts thermiques. D'autre part, une isolation performante de l'habitat peut empêcher d'exploiter l'inertie thermique des murs qui seraient susceptibles de présenter cet avantage (mur composé de pierres à forte inertie). Cette technique d'isolation est déconseillée dans le cadre d'une rénovation de bâtiments construits avec des matériaux lourds à forte inertie.



### Performances isolantes des matériaux

**Conductivité thermique  $\lambda$**  : Elle représente la capacité du matériau à conduire la chaleur. Plus le coefficient  $\lambda$  est petit, plus le matériau est isolant (l'ordre de grandeur se situe entre 0,035 et 0,050 pour les isolants courants).

**Résistance thermique R** : Elle est donnée pour une épaisseur d'isolant. Plus la valeur de R est grande, plus la paroi est isolante (la résistance thermique minimale à respecter pour un mur extérieur est de  $R = 2,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  à titre d'exemple).



↑ La forme des briques Monomur favorise la limitation des ponts thermiques

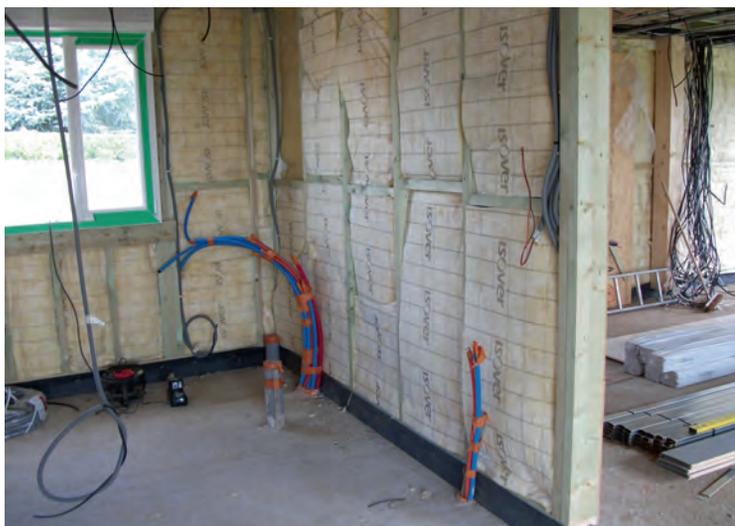
→ Isolation thermique des murs par l'intérieur de l'habitat



### L'isolation thermique par l'extérieur gagne du terrain !

L'isolation thermique par l'extérieur était considérée auparavant comme une augmentation de la surface de la maison et donc intégrée dans le calcul fiscal des impôts fonciers.

Ce n'est plus le cas depuis la parution d'un décret datant d'octobre 2009 modifiant le calcul de la surface hors œuvre brute (SHOB).



### ■ Isoler les murs par l'extérieur

Pour s'affranchir des déperditions d'énergie liées aux ponts thermiques, l'isolation extérieure est une solution efficace qui, malgré le coût engendré au départ, se traduit par une économie substantielle à long terme. On estime la réduction des déperditions thermiques issues de l'apport d'une isolation extérieure pour un bâtiment à un rapport d'environ 2 à 3.

Cette technique donne la possibilité d'exploiter l'inertie thermique des murs existants. Pour des matériaux à forte inertie (comme la pierre par exemple), l'isolant, une fois installé, bloque les échanges thermiques avec l'extérieur, tandis que la chaleur produite à l'intérieur (par des apports solaires liés aux vitrages ou issus du chauffage de l'habitat) peut être redistribuée à l'intérieur de la maison grâce au déphasage du matériau mis en œuvre dans la construction du mur.

D'autre part, l'avantage de ce type d'isolation est qu'il ne remet pas en cause les finitions intérieures de l'habitat. L'isolation par l'extérieur nécessite cependant l'utilisation d'un échafaudage.

Des précautions particulières sont à respecter lors d'une isolation par l'extérieur de façon à s'affranchir des problèmes relatifs à l'humidité.

Ces derniers sont dus aux remontées capillaires dans les matériaux, aux eaux de ruissellement mal drainées ou encore à l'effet de la pluie battante sur les parois.



↑ Isolation par l'extérieur. À noter la présence du pare-pluie avant la pose du bardage bois

Le blocage de l'humidité dans les parois ne peut avoir que des effets désastreux en contribuant à la dégradation des murs.

Le refroidissement de la vapeur d'eau contenue dans l'air et circulant dans les parois peut aussi contribuer à des désagréments. En effet, lorsque la vapeur d'eau présente dans les parois se refroidit, elle passe à l'état liquide et provoque un phénomène de condensation. Il faut permettre à la vapeur d'eau de s'évacuer jusqu'à la surface des matériaux et faire en sorte de ne pas la garder prisonnière des parois. On organise pour ce faire l'assemblage des matériaux du moins au plus perméable à la vapeur d'eau pour assurer l'évacuation de l'humidité et ceci de l'intérieur vers l'extérieur de la maison. Grâce au phénomène de capillarité, de nombreux matériaux naturels permettent de laisser circuler l'eau et l'évacuer ainsi vers l'extérieur de la paroi, sans la dégrader.

### Valeurs comparatives de résistances thermiques de parois verticales

Pour ordre de grandeurs, voici quelques valeurs obtenues en termes d'isolation thermique (ces valeurs sont à rapprocher des exigences de la RT 2005) :

#### Mur sans isolation

Un mur de parpaings creux de 20 cm (recouvert d'un enduit simple) d'une épaisseur de 24 cm présente une résistance thermique de l'ordre de 0,39 m<sup>2</sup>.K/W.

Un mur de briques d'une épaisseur de 20 cm présente une résistance thermique de l'ordre de 0,62 m<sup>2</sup>.K/W.

#### Mur isolé par l'intérieur

Un mur de parpaings (recouvert d'un enduit simple) associé à une laine de mouton (08 cm de laine) d'une épaisseur de 32 cm présente une résistance thermique de l'ordre de 2,59 m<sup>2</sup>.K/W.

Un mur en briques associé à du liège en panneaux (08 cm de liège) d'une épaisseur de 30 cm présente une résistance thermique de l'ordre de 2,62 m<sup>2</sup>.K/W.

#### Mur isolé par l'extérieur

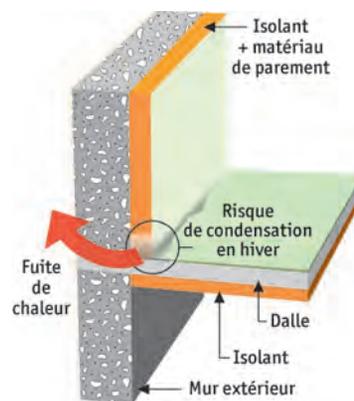
Un mur de briques associé à de la fibre de bois (08 cm de panneaux en fibre de bois) d'une épaisseur de 32 cm présente une résistance thermique de l'ordre de 2,65 m<sup>2</sup>.K/W.

Un mur de briques associé à du liège (08 cm de panneaux en liège) d'une épaisseur de 36 cm présente une résistance thermique de l'ordre de 2,92 m<sup>2</sup>.K/W.



### Les ponts thermiques au sein de l'habitat

Les ponts thermiques au sein de l'habitat constituent des failles où la résistance thermique présente une valeur faible. Le raccordement entre différents matériaux, des jonctions réalisées de manière incorrecte ou encore une rupture d'isolation en sont souvent la cause. Ces défauts d'assemblage entraînent une déperdition thermique préjudiciable à la qualité de l'enveloppe du bâtiment.



↑ La présence des ponts thermiques au sein de l'habitat est un véritable fléau de la qualité de l'enveloppe du bâti

L'isolation extérieure, faite à partir d'un matériau naturel tel que le liège, est aussi une solution à privilégier. Le liège étant imputrescible, il s'applique sur le mur extérieur et permet de suivre cette paroi, noyé en profondeur dans la terre sur plusieurs dizaines de centimètres, réalisant ainsi un manteau isolant en profondeur.

## ■ Isoler la toiture

L'isolation de la toiture est un poste important puisqu'on estime que 30 % des déperditions thermiques ont lieu au niveau de la toiture. L'isolation de celle-ci représente alors une source importante d'économies d'énergie.

L'isolation par l'intérieur comme par l'extérieur est tout à fait envisageable pour la toiture.

Deux possibilités sont offertes en isolation par l'intérieur :

- ▶ soit une isolation sous rampants avec un parement de finition (BA 13, Fermacel ou autres),
- ▶ soit une isolation par insufflage de ouate de cellulose sur le plancher ou entre les solives.

L'isolation par l'extérieur, elle, peut être réalisée en ajoutant une deuxième charpente qui viendra se superposer à la charpente d'origine.



→ Isolation thermique de la toiture par l'intérieur

L'isolation sera ensuite mise en place et protégée par un pare-pluie avant la pose de la couverture.

La méthode *Sarking*, elle, consiste à appliquer sur la charpente existante :

- ▶ des panneaux en bois ou des voliges dans un premier temps,
- ▶ l'application d'un frein vapeur (étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau),
- ▶ des panneaux isolants (tels que de la fibre de bois),
- ▶ un feutre de bois (sous forme de panneaux isolants),
- ▶ un contre-lattage et la pose de liteaux pour la réception en finale des tuiles.

La fibre de bois, sous forme de panneaux isolants, offre l'intérêt, dans ce cas, de présenter un déphasage important (de l'ordre d'une dizaine d'heures au moins), très apprécié dans les régions fortement ensoleillées.

## ■ Isoler les sols

Le sol constitue aussi un poste de déperditions thermiques auquel il faut prêter attention pour limiter les pertes énergétiques. L'isolation du sol reste une initiative quelque peu difficile dans le cas de la rénovation, car elle impose de surélever le niveau du sol existant pour y placer l'isolant thermique.

À noter que lorsque le sol est sain et ne présente pas de trace d'humidité, une terre recouverte de cailloux tassés ou d'un remblai permettra de bénéficier d'une inertie thermique du sol profitable à l'habitat.

Pour réussir l'enveloppe du bâtiment et satisfaire à la performance énergétique, il vous faut atteindre les exigences de résistances thermiques minimales fixées selon les réglementations et labels en vigueur.

Le tableau suivant fait état des valeurs de résistances thermiques attendues selon la nature des parois.



↑ Isolation du sol et intégration des serpentins électriques pour le chauffage

Parois de l'enveloppe du bâtiment	Valeurs de la résistance thermique R (en m <sup>2</sup> .K/W)			
	Construction neuve		Rénovation	
	RT 2005	BBC	RT existant	BBC rénovation
Murs en contact avec l'extérieur	2,2 à 3,2 (variable suivant les régions)	3,2 à 5,5	2 à 2,3 (selon les zones climatiques)	2 à 2,3 (alignement sur la RT)
Toiture	4 à 6 (variable suivant les régions et le type de toiture)	6,5 à 10	2,5 à 4,5 (selon les zones climatiques et le type de toiture)	2,5 à 4 (alignement sur la RT)
Sol sur vide sanitaire	4 à 6 (variable suivant les régions)	3,4 à 5	2	2

## Les matériaux de construction

### ■ La qualité des matériaux de construction

Les matériaux de construction ont une part active dans la performance énergétique du bâtiment, que cela soit en rénovation ou en construction neuve.

Rappelons que les matériaux retenus pour la construction de la structure de l'habitat devront présenter deux qualités essentielles :

- ▶ assurer la stabilité mécanique de l'ouvrage bâti,
- ▶ garantir une protection suffisante de l'habitat par l'étanchéité et l'isolation thermique et phonique.

La qualité de l'enveloppe, qui sera déterminée par le choix et l'agencement des matériaux retenus pour la construction, devra permettre de maintenir une température intérieure de confort durant l'hiver et de modérer l'élévation de température en saison chaude. Il s'agira donc pour cela d'optimiser les performances de l'enveloppe de l'habitat en utilisant des matériaux ayant une bonne inertie thermique.

Nous avons vu précédemment qu'il était nécessaire de travailler, pour une construction neuve (l'habitat existant ne pouvant être modifié



# Guide de l'éco-habitat

## L'essentiel à savoir avant de construire ou rénover

Explorez les différentes pistes de l'éco-habitat

Définissez votre projet sous tous ses aspects, de l'isolation à l'ambiance intérieure

Découvrez les solutions en énergie renouvelable

Le concept d'éco-habitat vise à relever un défi pour l'avenir : celui d'un **habitat respectueux de l'environnement**, privilégiant la **santé de ses occupants**, et ayant un **impact réduit sur les ressources environnementales**.

Le monde de l'éco-habitat est vaste et il n'est pas toujours facile de s'y retrouver. Ce guide didactique rassemble les principaux aspects et vous aidera à :

- ✓ comprendre rapidement et facilement les idées fortes de la maison bioclimatique et écologique,
- ✓ recenser les bonnes pratiques de construction et les matériaux associés,
- ✓ découvrir les solutions utilisant les énergies renouvelables,
- ✓ trouver les sources d'information, de réglementation et de financement.

Richement illustré, ce livre s'appuie sur **des exemples concrets de réalisation** afin de vous aider à poser les fondations de votre projet de construction ou de rénovation.

Éric **FELICE**

est chef de travaux en lycée professionnel des métiers du bâtiment, et rédacteur à la revue *Technologie* du CNDP.

Philippe **RÉVILLA**

est consultant en communication technique.



9 782100 563654

6924484

ISBN 978-2-10-056365-4



DUNOD

www.dunod.com