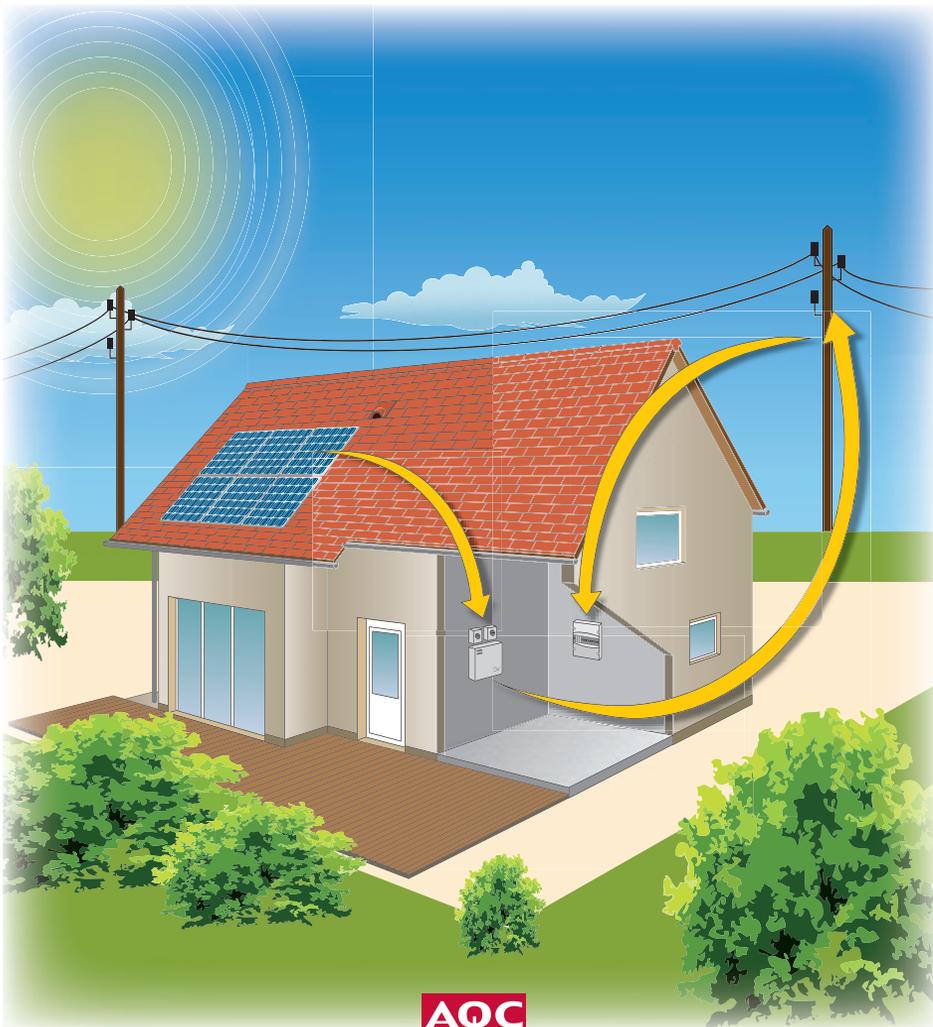


Le photovoltaïque raccordé au réseau dans le bâtiment



Principe

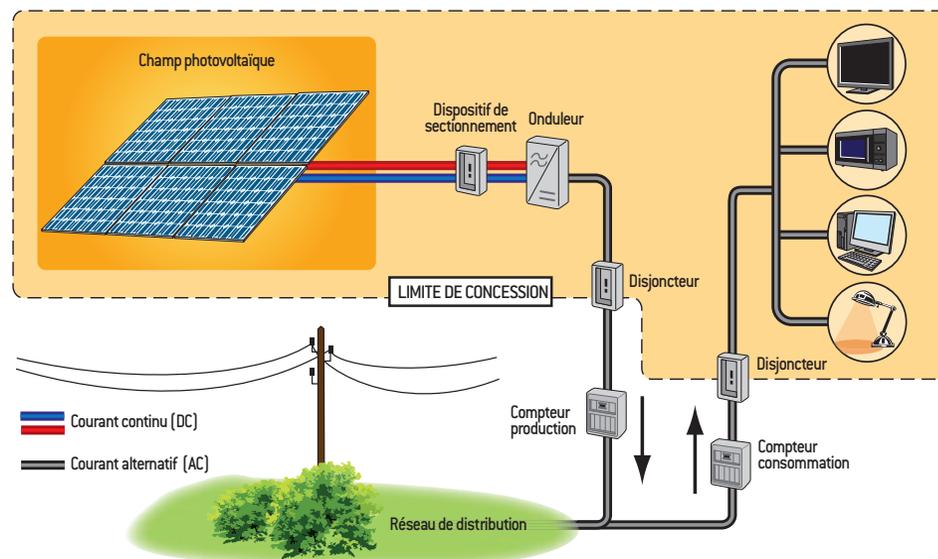
Les modules photovoltaïques transforment l'énergie du rayonnement solaire directement en électricité. La conversion directe a lieu dans un semi-conducteur (aujourd'hui principalement en silicium).

Un onduleur permet de transformer le signal continu (DC) - quelques centaines de volt 10 à 13 A environ - sortant des modules photovoltaïques en courant alternatif (AC) - 230 V - exploitable par la

plupart des appareils et par le réseau.

Il existe plusieurs solutions techniques et plusieurs modes de pose : les systèmes incorporés en toiture, les membranes photovoltaïques...

Cette plaquette traite plus particulièrement des installations en toiture raccordées au réseau que l'on rencontre en maison individuelle et en petit collectif.



Conception

ATTENTION

Le principal risque rencontré concerne le défaut d'étanchéité. Il faut également faire attention au risque d'incendie.

Respect des règles d'urbanisme

- Travaux sur bâtiments neufs : l'installation photovoltaïque fait partie de la demande de permis de construire.
- Travaux sur bâtiments existants : l'installation est soumise à déclaration préalable auprès de la mairie.

Dimensionnement

Le système photovoltaïque pouvant être un élément constitutif de la toiture, il doit être dimensionné, ainsi que son support, en fonction des règles de calculs, en particulier les règles neige, vent et sismique en vigueur dans le lieu considéré.

ATTENTION

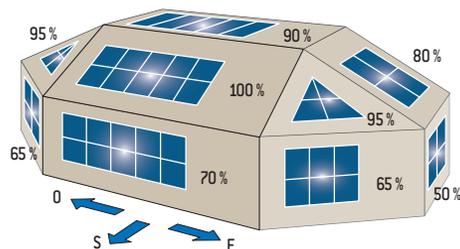
La position du champ sur la toiture (en rive ou centrée) à une incidence sur les efforts appliqués à la charpente.

Orientation, inclinaison, masques

CONSEIL

Une bonne orientation permet d'optimiser la production d'électricité.

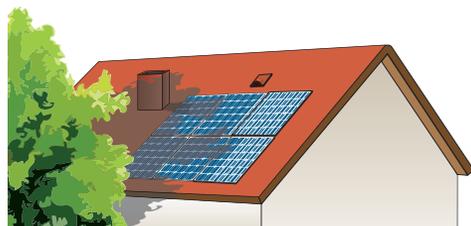
En France métropolitaine, l'orientation optimale est le sud, avec 30-35° d'inclinaison. Le schéma ci-dessous représente le pourcentage de production par rapport à l'optimum.



CONSEIL

Il faut éviter les masques, car la chute de rendement qu'ils engendrent est bien supérieure au pourcentage de la surface de capteur occulté.

- Il faut anticiper la croissance des arbres.
- Il faut se renseigner sur la constructibilité des abords (POS ou PLU).
- Il faut dimensionner et calepiner les chaînes de manière à minimiser l'effet des masques.

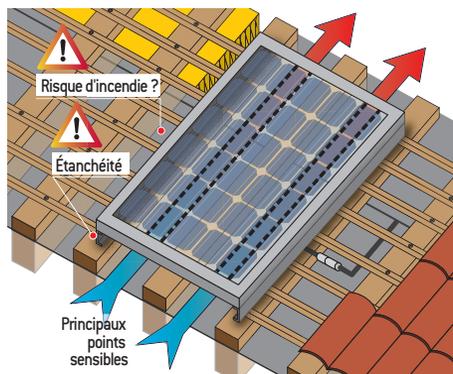


Pour limiter l'effet de masque, il est obligatoire que les modules soient équipés de diodes bypass ; elles permettent de limiter leur incidence ainsi que les problèmes de surchauffe. Elles sont le plus souvent incorporées au produit. Il convient de s'assurer que le fabricant en équipe ses panneaux.

L'incorporation sur toiture inclinée existante

Lorsque l'on souhaite incorporer un système photovoltaïque à une toiture existante, une vérification préalable doit être effectuée et aura pour but :

- de vérifier le **planéité du support** (risque de défaut d'étanchéité) ;
- de déterminer si la **structure est capable de supporter le système** (risque d'effondrement) ;
- de **localiser les contreventements** (risque d'effondrement) et de les reconstituer le cas échéant ;
- d'identifier la nature des **matériaux (combustibilité, inflammabilité) sous la toiture** (risque d'incendie) ;
- de vérifier si le module photovoltaïque pourra être **ventilé en sous-face** ou non (risque d'incendie, vieillissement...);
- de choisir un système d'étanchéité adapté à la nature de la toiture (bacs acier, tuiles, ardoises...).



Onduleur

L'onduleur doit être conçu spécifiquement pour le raccordement au réseau. Son dimensionnement et le fait qu'il soit installé dans un local ventilé, accessible et sec auront une influence forte sur le rendement de l'installation et sur sa durée de vie.

Le choix de l'onduleur doit être fait en fonction de toutes les caractéristiques de l'installation et des données du constructeur.

Cheminement des câbles

Le cheminement des câbles doit être conçu de manière à :

- pouvoir séparer les câbles AC et DC ;
- ne pas créer de boucles électromagnétiques ;

- rendre accessible les boîtes de jonction et les connecteurs ;
- empêcher les câbles de pendre.

Protection contre les chocs électriques par contact direct

ATTENTION

Dans la partie DC, les matériels doivent toujours être considérés sous tension, même en cas de déconnexion de la

Pour éviter les chocs électriques (modules, onduleur), il faut utiliser des connecteurs DC spécifiques pour relier les principaux composants et n'utiliser entre eux que les connecteurs du même fabricant, de même marque et de même type. Les connecteurs ne sont pas débroschables sans outils.

Si les coffrets et armoires contenant des parties actives sont accessibles aux personnes non qualifiées et s'ils peuvent être ouverts sans clés ni outils, le matériel électrique doit posséder le degré de protection minimum IP2X ou IPXXB.

Protection contre les chocs électriques par contact indirect

Côté DC : utiliser des composants de classe II ou équivalents sur tout le matériel utilisé (modules PV, câbles, boîtes de jonction...)^[1].

Côté AC : prévoir un disjoncteur (différentiel 30 mA pour une habitation).

CONSEIL

Utiliser des connexions adaptées en cuivre et/ou aluminium (pour éviter les couples électrolytiques).

[1] Sauf si les armoires sont inaccessibles aux personnes non qualifiées, ou bien dans le cas de la très basse tension (TBT).

Protection contre les surintensités

Côté DC : si le nombre de chaînes en parallèle est supérieur à 2, prévoir des dispositifs de protection des modules contre les courants inverses (selon UTE C 15-712-1).

Côté AC :

- protection contre les courts-circuits : un pouvoir de coupure de 3 kA est suffisant contre les courts-circuits en aval du point de livraison ;
- conformité à la NF C 15-100 (section 433).

Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique

La mise en œuvre de protection contre les surtensions d'origine atmosphérique sont définies par la NF C 15-100 et le guide UTE C 61-740-52.

Selon ce guide : "L'utilisation de parafoudres du côté CC et CA d'une installation PV est obligatoire, sauf spécification contraire sur la base d'un calcul d'évaluation des risques réalisés conformément à la NF EN 62305-2 (voir annexe B)". Certains compléments figurent dans l'UTE C 15-712-1.

En cas de mise en œuvre de parafoudres AC sur le tableau électrique général, ceux-ci devront être conformes à la norme NF EN 61643-11 et mis en œuvre suivant le Guide UTE 15-443. Ils viennent en complément des dispositifs parafoudres de l'installation photovoltaïque.

Des dispositifs assurant la déconnexion des parafoudres doivent être prévus. Afin de protéger l'installation contre les effets de la foudre, il faut interconnecter toutes les masses (onduleur, structure métallique des modules, des supports) à la prise de terre du bâtiment.

Produits

Une installation photovoltaïque est un système de composants compatibles entre eux. Le choix des composants doit être réalisé avec vigilance. Il faut utiliser les systèmes complets proposés par les fabricants en respectant obligatoirement les prescriptions. Ceux-ci doivent être choisis de manière à assurer une bonne durabilité aux intempéries (traitement anti-corrosion...).

CONSEIL

Le choix du système photovoltaïque se fait en fonction de la zone neige, vent, sismique, de l'altitude, de la pente de la toiture et des éléments de couverture environnants.

Modules

Les modules doivent être conformes aux normes de la série NF EN 61730, 61215 (cristallin), 61646 (couches minces). Le silicium, obtenu par purification du sable siliceux, est aujourd'hui le matériau le plus couramment utilisé.

Câblage et connecteurs

- Choisir des câbles unipolaires double isolation, résistants aux UV et non propagateurs de flamme.
- Dimensionner les câbles pour des courants maximaux y compris en cas de défaut.
- Prendre des connecteurs spécifiés pour courant continu et dimensionnés à l'identique des câbles.

ATTENTION

Les connecteurs ne doivent pas être débouchables sans outils. Ils sont à différencier d'un simple enfichage pouvant être source d'arc électrique.

ATTENTION

Ne pas modifier les connecteurs installés sur les modules. Les connecteurs installés sur les câbles doivent être du même fabricant, de la même marque et du même type que ceux installés sur les panneaux et doivent être mis en œuvre à l'aide de pinces à sertir adaptées.

- À proximité des connecteurs accessibles, prévoir la mise en place d'une étiquette signalant "Ne pas ouvrir en charge".



Onduleurs

Ils doivent être conformes aux normes :

- CEI 61727 pour l'interface réseau ;
- DIN VDE 0126-1-1 pour la protection de découplage ;
- EN 55014 (compatibilité électromagnétique) ;
- CEI 61000-3-2 (harmoniques) ;
- EN 60950 (sécurité) ;
- CEI 62109.

Dispositif de sectionnement DC

Il s'agit d'un interrupteur sectionneur bipolaire général situé en entrée d'onduleur (ou intégré à l'onduleur).

- Le matériel doit être adapté au courant continu.
- L'étiquette "Ne pas manœuvrer en charge" doit y figurer.

Qualité des produits

Pour les systèmes incorporés au bâti, un Avis Technique sur liste verte de l'AQC (portant sur le module et son système d'incorporation) est fortement conseillé.

Mise en œuvre

Les principaux points sensibles sont les suivants :

- **l'étanchéité** : passage des fixations et passages des câbles, assemblage des modules entre eux et avec les éléments de couverture ;
- **le manque de ventilation** en sous-face des modules provoque une élévation de leur température et de la lame d'air située en sous-face des modules. Ceci engendre une baisse de rendement et un risque de dégradation des matériaux environnants ;
- **la compatibilité** des matériaux entre eux ;
- les circuits DC doivent emprunter des chemins différents des circuits AC.

Personnel et préparation de chantier

La préparation de chantier doit être réalisée par un professionnel expérimenté, formé aux techniques des systèmes photovoltaïques. Il existe des signes de qualité qui valorisent la compétence des entreprises (voir la liste sur le site de l'AQC : www.qualiteconstruction.com).

CONSEIL

L'entreprise d'installation doit avoir les compétences mixtes requises en couverture/étanchéité et en électricité, ou s'associer avec une entreprise disposant de compétences complémentaires. Elle doit être assurée spécifiquement pour ces travaux sous garantie décennale.

En fonction de la tâche à effectuer, l'intervenant assurant la mise en œuvre électrique doit disposer d'une habilitation électrique au sens de la NFC 18-510.

CONSEIL

Il faut approvisionner un nombre suffisant de connecteurs adaptés à ceux pré-installés sur le module et disposer de la pince à sertir correspondante.

L'incorporation au bâti

La mise en œuvre du système doit débuter par le contrôle de la planéité du support pour envisager un éventuel calage du système. Dans le cadre d'utilisation de rails drainants, leur parallélisme doit être vérifié.

ATTENTION

L'éclissage des rails peut générer une fuite d'eau.

CONSEIL

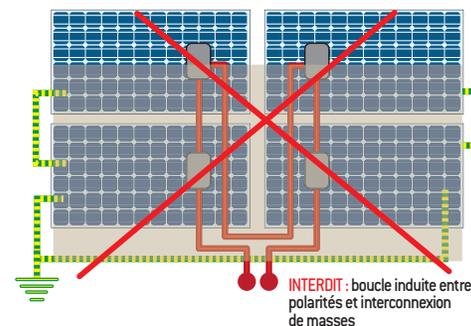
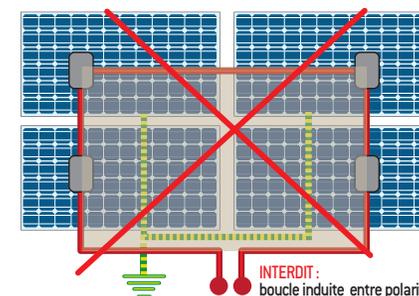
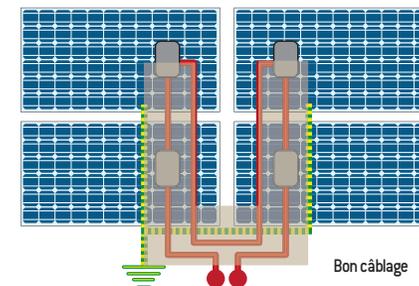
Veiller à ce que tous les modules soient correctement fixés à leur support et que leur raccordement avec les éléments environnants (tuiles, ardoises...) assure une bonne étanchéité.

ATTENTION

Ne pas marcher sur les modules lors de l'intégration car cela peut entraîner la destruction des cellules.

Les interférences électromagnétiques

Pour éviter de générer un champ magnétique pouvant perturber l'environnement, la surface des boucles doit être aussi faible que possible. Les câbles DC (+) et (-) et la liaison équipotentielle doivent être jointifs.



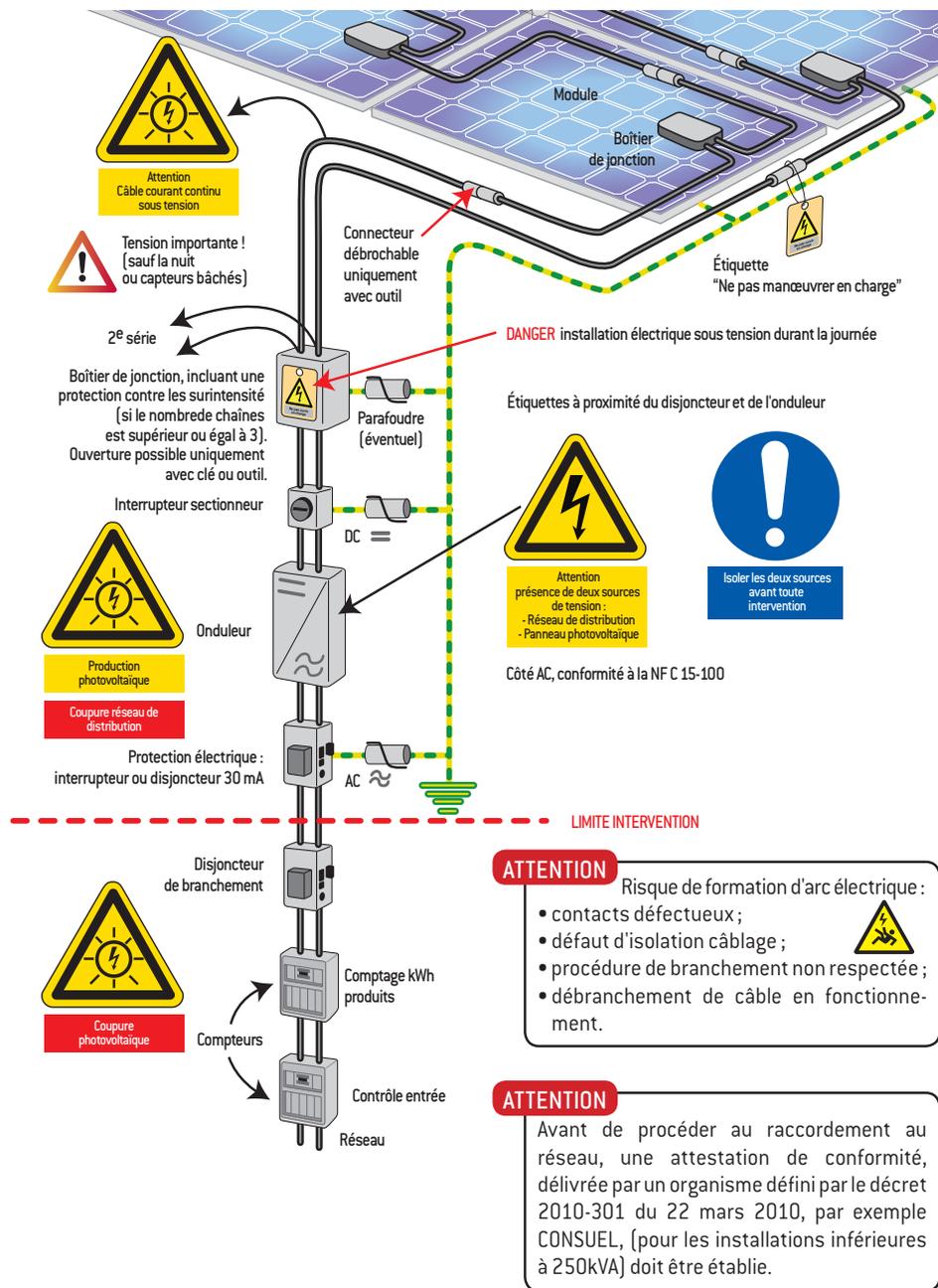
CONSEIL

Prévoir l'interconnexion des masses entre les différents éléments de l'installation photovoltaïque, et entre cette installation et le bâtiment.

Réception de l'installation

L'installateur remet au client un dossier technique comprenant au minimum :

- un schéma électrique du système photovoltaïque ;
- un plan d'implantation des différents composants ainsi que des liaisons correspondantes ;
- une description de la procédure d'intervention sur le système photovoltaïque et les consignes de sécurité.



Maintenance et conseils d'entretien

La vérification et l'entretien doivent être effectués impérativement par un professionnel. Il est conseillé de les faire réaliser une fois par an.

Ces opérations consistent entre autres aux :

- nettoyage des modules et des chemins d'évacuation des eaux avec le matériel adapté : feuilles, déjections, accumulation sur parties en relief (cadre des modules) ;
- contrôle du fonctionnement des dispositifs de sécurité (fusibles, en particulier si existants) ;
- examen visuel de l'état des modules, de l'étanchéité, du bon état des câbles le long du circuit ;
- contrôle du bon fonctionnement de l'onduleur ;
- nettoyage des orifices de ventilation de l'onduleur.

Le professionnel doit proposer un **contrat d'entretien**.
N.B. : il est possible de contrôler régulièrement la production si l'installation est équipée d'un dispositif de monitoring ; comparatif par rapport à l'historique, à l'ensoleillement et au prévisionnel.

ATTENTION Ne pas marcher sur les modules lors des opérations de maintenance.



Textes de référence

- NF EN 50380 : Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques.
- NF EN 61215 : Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation.
- NF EN 61646 : Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre – Qualification de la conception et homologation.
- NF EN 61730-1 : Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV) - Partie 1 : exigences pour la construction.
- NF EN 61727-1 : Systèmes photovoltaïques (PV) – Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau.
- NFC 15-100 : Installations électriques à basse tension.
- Guide de rédaction du cahier des charges techniques de consultation à destination du maître d'ouvrage (ADEME- 2007).
- Guide UTE C32-502 : Guide pour les câbles utilisés dans les systèmes photovoltaïques.
- Guide UTE C15-712-1 : Installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution.
- Guide UTE C61-740-52 : Parafoudres basse tension. Parafoudres pour applications spécifiques incluant le courant continu.
- Guide UTE C15-520 : Canalisations - Modes de pose - Connexions.

L'Agence Qualité Construction publie un ensemble de plaquettes pour les professionnels, consultables sur www.qualiteconstruction.com. Elles concernent les principes généraux et recouvrent les principales techniques utilisées.

