

「Je produis  
mon énergie」

# PANNEAUX SOLAIRES



## DÉFINITIONS

### Fluide caloporteur

Le fluide caloporteur est un fluide chargé de transporter la chaleur dans les panneaux solaires thermiques.

### Onduleur

Présent dans une installation solaire photovoltaïque, il transforme le courant continu produit en courant alternatif (50 Hz) compatible avec le réseau.

### DGEMP

La Direction générale de l'énergie et des matières premières a défini le tarif d'achat de l'électricité produite dans l'arrêté du 4 mars 2011.

# La démarche parisienne

L'énergie la moins chère est celle qui n'est pas consommée

## Les panneaux solaires dans le paysage parisien

LA LUTTE CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE EST UNE PRIORITÉ TANT À L'ÉCHELLE MONDIALE, AVEC L'ENTRÉE EN VIGUEUR DU PROTOCOLE DE KYOTO, QU'À L'ÉCHELLE LOCALE. AVEC L'ADOPTION DU **PLAN CLIMAT ÉNERGIE DE PARIS**, QUI S'INSCRIT DANS LA DÉMARCHE GOUVERNEMENTALE DE TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET ÉNERGÉTIQUE DU BÂTI (CF. PLAN BÂTIMENT 2012-2017), LA VILLE S'EST FIXÉ UN OBJECTIF DE CONSOMMATION D'AU MOINS 25 % D'ÉNERGIES RENOUVELABLES D'ICI 2020.

A Paris, avec l'approbation de son plan climat énergie, la Ville s'est fixé un objectif de division par quatre de ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. Pour y parvenir, le recours aux énergies renou-

velables doit être accentué, notamment le recours à l'énergie solaire dans la consommation énergétique des bâtiments. Cependant, dans une ville comme Paris, reconnue pour la qualité et l'harmonie de son paysage urbain, poser des capteurs solaires en toiture dépasse le seul enjeu énergétique. Il s'agit également de respecter l'identité que lui confèrent son patrimoine bâti, les alignements, les gabarits et les hauteurs des bâtiments, ainsi que les matériaux utilisés : pierre calcaire, plâtre et zinc.

Les panneaux solaires doivent être considérés comme des éléments d'architecture à part entière afin de s'intégrer aux bâtiments et d'être en harmonie avec le paysage existant. La proportion et le volume des bâtiments, le rythme des ouvertures, les couleurs des façades ou des toitures, sont autant d'éléments à prendre en compte, sachant que les fabricants de capteurs solaires élargissent continuellement leur offre en produits nouveaux en vue de faciliter leur intégration paysagère et architecturale.

**A Paris, on estime que l'énergie solaire, permet potentiellement de couvrir entre 40 % et 70 % des besoins en eau chaude sanitaire pour le logement individuel et entre 30 % et 50 % pour le collectif.**

Dans le cadre du programme européen POLIS (2009 - 2012), qui a pour mission d'introduire une prise en compte des apports énergétiques solaires dans la planification urbaine, la ville de Paris et l'Apur ont élaboré un cadastre solaire permettant de déceler les niveaux d'ensoleillement des toits de la ville. Concrètement, cet outil ressemble à une photo aérienne de la capitale avec des dégradés de couleurs mettant en valeur le gisement solaire potentiellement disponible à Paris. En consultant le cadastre solaire ([site.paris.fr](http://site.paris.fr)), chaque résident peut savoir si son immeuble est propice à l'installation de panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques pour la production d'eau chaude ou d'électricité.



Panneaux solaires thermiques intégrés dans une toiture parisienne

# Le contexte réglementaire

**L'installation de panneaux solaires doit, comme tout ce qui touche à l'aspect extérieur des constructions, faire l'objet d'une déclaration préalable et respecter les règles d'urbanisme en vigueur (PLU de Paris).**

Ces règles sont définies par le Plan local d'urbanisme (PLU) et par deux Plans de sauvegarde et de mise en valeur (PSMV) qui couvrent les secteurs sauvegardés du Marais et du 7<sup>e</sup> arrondissement. De plus, certains bâtiments font l'objet dans le PLU d'une protection ville de Paris (PVP).

Ces documents sont consultables sur le site paris.fr, notamment les règles applicables à votre immeuble en vous reportant au règlement à la parcelle. Dans de nombreux cas à Paris (site inscrit, périmètre de covisibilité avec un monument historique), les travaux sont également soumis à l'avis de l'architecte des bâtiments de France (ABF).

**Deux règles du PLU concernent plus particulièrement l'installation de panneaux solaires :**

- L'ARTICLE 10 (UG 10), relatif à la hauteur maximale des constructions, définit le plafonnement des hauteurs et les gabarits-enveloppes. Sur des bâtiments existants, les dispositifs destinés à économiser de l'énergie ou à produire de l'énergie renouvelable, tels que les panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, peuvent faire l'objet d'un dépassement de hauteur dans le respect des dispositions de l'article UG 11.

- L'ARTICLE 11 (UG 11), relatif à l'aspect extérieur des constructions et à l'aménagement de leurs abords, prévoit notamment que l'autorisation peut être refusée si "l'installation, par sa situation, son volume, son aspect, son rythme ou sa coloration est de nature à porter atteinte au caractère ou à l'intérêt des lieux avoisinants, aux sites, aux paysages ainsi qu'à la conservation des



perspectives monumentales". D'après l'article 11.2.3, relatif aux saillies des dispositifs destinés à économiser de l'énergie ou à produire de l'énergie renouvelable dans les constructions, les dispositifs destinés à économiser de l'énergie ou à produire de l'énergie renouvelable dans les constructions, tels que panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, éoliennes, toitures végétalisées, rehaussement de couverture pour l'isolation thermique..., sont autorisés en saillie des toitures à condition que leur volumétrie s'insère harmonieusement dans le cadre bâti environnant.

Panneaux solaires thermiques sur terrasse, Paris 18<sup>e</sup>

## EN SAVOIR PLUS

Lors de travaux de rénovation ou de réhabilitation, les logements doivent respecter des exigences définies par la réglementation thermique.

[www.RT-Batiment.fr](http://www.RT-Batiment.fr)



## EN SAVOIR PLUS

Que ce soit pour la production d'eau chaude (en logement individuel ou en logement collectif) ou pour un dispositif de chauffage, le panneau solaire thermique est nécessairement couplé à un autre système de production énergétique d'appoint (électricité, gaz, fioul...) qui permet de fournir l'énergie complémentaire.

# Solaire

## *thermique et photovoltaïque*

### Définitions et principes

**Un panneau solaire permet de transformer l'énergie du rayonnement solaire, sous forme soit de chaleur grâce aux "panneaux solaires thermiques", soit d'électricité par le biais de "panneaux photovoltaïques". Ces deux types de panneaux reposent sur des technologies et des usages différents.**

#### **Panneaux solaires thermiques : production d'eau chaude**

Le capteur solaire thermique prend généralement la forme d'un coffre rigide vitré, à l'intérieur duquel se trouvent une plaque et des tubes métalliques noirs remplis d'un fluide caloporteur réchauffé par le rayonnement solaire. Un échangeur thermique transmet ensuite les calories stockées par le liquide vers l'installation en demande d'énergie (ballon d'eau chaude ou installation de chauffage).

#### **Panneaux solaires photovoltaïques : production d'électricité**

Les panneaux solaires photovoltaïques comprennent des cellules noires, aux reflets bleutés, constituées de silicium. Ce matériau est appelé photovoltaïque car il a la propriété de générer un courant électrique lorsqu'il est exposé

à la lumière. Lorsqu'elles sont assemblées en série, les cellules ne font que quelques millimètres d'épaisseur. L'installation est équipée d'un onduleur et de deux compteurs pour mesurer l'électricité produite et consommée ou injectée dans le réseau.

Lorsque l'électricité produite est injectée dans le réseau électrique, elle permet à l'installation de contribuer à la production d'énergie renouvelable de manière non polluante et décentralisée. A l'échelle nationale, cette solution permet d'une part d'augmenter la part d'électricité verte dans le "bouquet" énergétique français et d'autre part de réduire le gaspillage dû aux pertes sur les lignes électriques qui parcourent de longues distances.



Panneaux solaires photovoltaïques gymnase Pajol, Paris 18<sup>e</sup>

# Les contraintes architecturales

## Principes d'intégration des panneaux solaires dans le paysage urbain

Les immeubles parisiens, construits avant 1939, se découpent en trois parties (sur rue ou sur cour) : le soubassement, la façade, le couronnement.

**Ces trois parties de bâtiment adoptent en général un rythme, à la fois horizontal et vertical qu'il est impératif de respecter.**

L'installation de panneaux solaires est donc soumise à trois conditions :

- vérifier que l'emplacement est compatible avec la bonne orientation du panneau solaire,
- vérifier que cet emplacement n'est pas soumis à des ombres portées d'immeubles voisins ou de souches de cheminées,
- trouver un emplacement qui accompagne ou prolonge les rythmes des percements de la façade et du couronnement.

A Paris, les panneaux solaires sont généralement mieux intégrés dans le couronnement du bâtiment. Leurs axes peuvent tenir compte de l'alignement des fenêtres ou des lucarnes en couronnement. Dans certains cas, ils peuvent également être intégrés dans les verrières, les garde-corps, sur certains pignons...

Les évolutions technologiques font apparaître en permanence de nouveaux produits : matières, formes, couleurs, transparence et performance peuvent être choisies afin d'adapter au mieux l'installation photovoltaïque ou solaire thermique au bâtiment et faciliter ainsi son intégration architecturale.

Les capteurs peuvent désormais être teintés, intégrés en toiture, en façade ou en mur-rideau.

Ainsi, de nombreuses solutions d'intégration architecturale sont envisageables et chaque installation doit être étudiée au cas par cas.



Immeuble d'habitation avec façade de panneaux photovoltaïques, Paris 10<sup>e</sup>

# L'orientation et l'inclinaison des panneaux solaires

## Le solaire thermique

Les performances d'un chauffe-eau solaire varient en fonction de l'orientation et de l'inclinaison des capteurs solaires. Une orientation au sud et une inclinaison de 30° à 45° environ par rapport à l'horizontale assurent les meilleurs rendements pour une installation à Paris. Toutefois, même avec des écarts importants (orientation sud-ouest à sud-est, inclinaison de 25° à 70°),

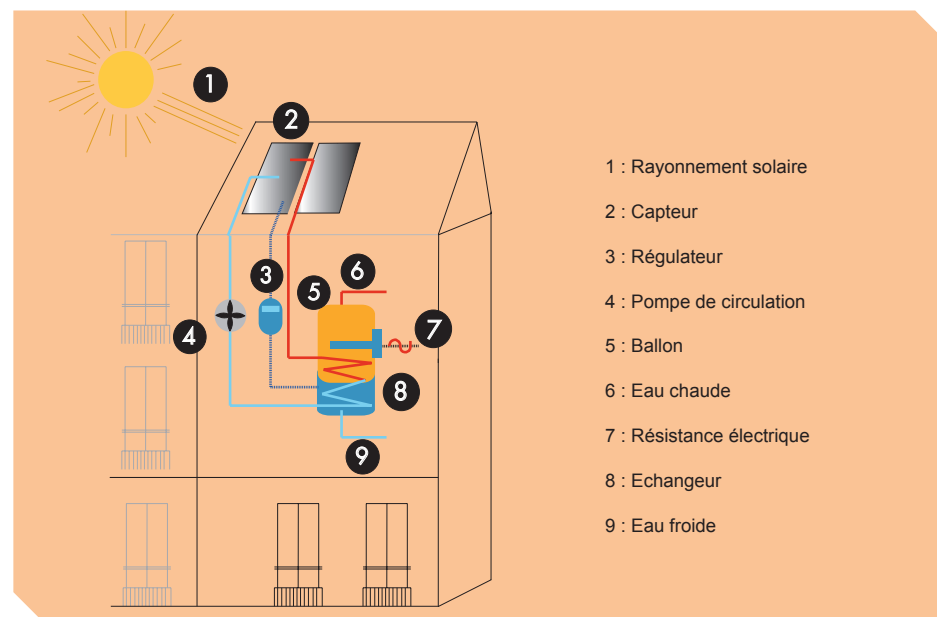
une installation solaire thermique reste rentable.

Moins les capteurs sont orientés vers le sud, plus il est préférable d'avoir une inclinaison de faible pente : des capteurs solaires inclinés à 25° peuvent rester performants (seulement 15% de perte par rapport à une orientation optimale (plein sud à 30°)).

Le tableau présenté ci-dessous, indique

le taux de couverture solaire d'un chauffe-eau solaire individuel de 300 litres avec une consommation de 250 litres/jour. Le taux de couverture solaire correspond au rapport entre l'énergie fournie par la partie solaire d'une installation et la fourniture énergétique totale de l'installation. On constate donc que dans le cas optimum d'une inclinaison de 30° et d'une orientation

plein sud, l'énergie solaire apporte 45,3% de l'énergie nécessaire pour les besoins en eau chaude sanitaire de l'installation. Il s'agit d'une moyenne annuelle pour Paris qui varie en fonction des performances du matériel choisi et de la consommation des usagers.



Légende commune aux deux tableaux présentés ci-après et ci-contre

- Implantation idéale
- Implantation à éviter

		SOLAIRE THERMIQUE					
		Inclinaison					
		0°	30°	50°	70°	90°	
Orientation							
Est		97%	96%	94%	92%	87%	
Sud-Est		97%	99%	99%	98%	94%	
Sud		97%	99%	100%	99%	96%	
Sud-Ouest		97%	99%	99%	98%	94%	
Ouest		97%	96%	94%	92%	87%	

Solaire thermique  
 (les performances des panneaux peuvent varier en fonction du matériel)



## EN SAVOIR PLUS

### Pour les 2 types d'installations, thermiques et photovoltaïques

Les panneaux solaires devront être dégagés de toute ombre portée (immeubles masqués, souches de cheminées) et les inclinaisons devront être supérieures à 20° pour éviter un encrassement excessif des capteurs (sur les panneaux photovoltaïques, l'effet d'une feuille morte collée sur la moitié d'une cellule ou d'une ombre portée sur une partie du panneau fait chuter radicalement les rendements).

Dans le cas d'une orientation à l'horizontal, un accès à l'installation devra être ménagé pour permettre un nettoyage et une maintenance aisés.

Les panneaux solaires installés ne pourront pas être implantés sur des châssis surélevés et devront nécessairement respecter l'inclinaison existante de la toiture et respecter les règles d'urbanisme applicables.

## Le solaire photovoltaïque

Dans le cas du solaire photovoltaïque, une inclinaison des panneaux de 30° à 45° et une orientation plein sud permettent d'obtenir le rendement optimum. Le tableau ci-dessous indique

les facteurs de corrections applicables lorsqu'on s'éloigne de l'orientation la plus performante (indiquée à 100 %). On constate que les écarts sont faibles : les panneaux photovoltaïques

peuvent donc être orientés à l'horizontal comme à la verticale. La perte énergétique induite pourra être compensée par une légère augmentation de la surface de capteurs.

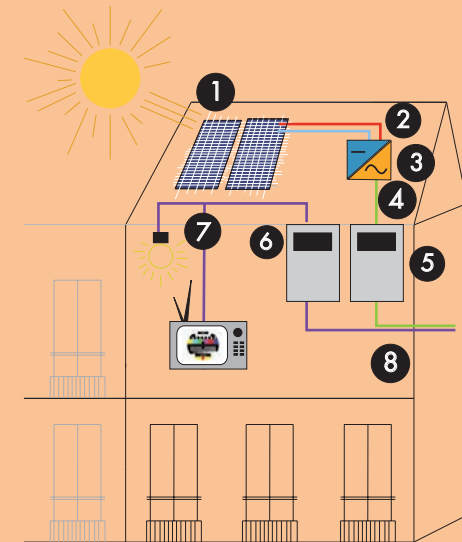


Cellules photovoltaïques en verre

SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE						
Orientation \ Inclinaison	0°	30°	50°	70°	90°	
	Est	90%	84%	74%	63%	50%
Sud-Est	90%	95%	90%	78%	63%	
Sud	90%	100%	96%	85%	68%	
Sud-Ouest	90%	95%	90%	78%	63%	
Ouest	90%	84%	74%	63%	50%	

Solaire photovoltaïque  
(les performances des panneaux peuvent varier en fonction du matériel)

- 1 : Modules solaires
- 2 : Courant continu
- 3 : Onduleur
- 4 : Courant alternatif
- 5 : Compteur de production
- 6 : Compteur de consommation
- 7 : Appareils domestiques
- 8 : Réseau public

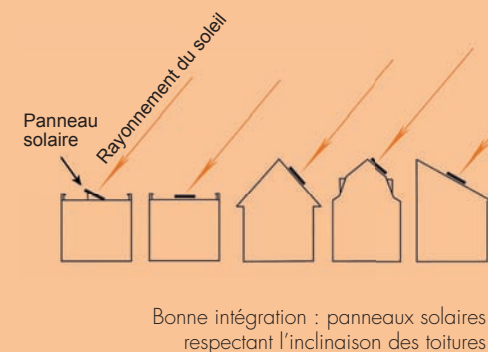
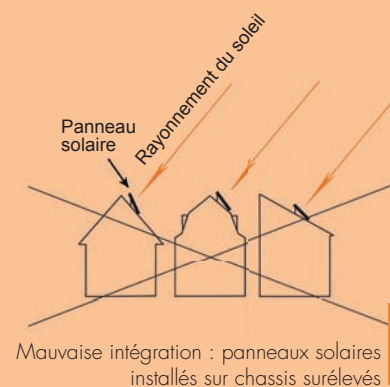


# Exemples d'implantations possibles

## Typologie des toitures parisiennes

Les toitures parisiennes présentent des typologies variées (toitures terrasses, toitures à double ou à simple pente, toitures à terrassons) en fonction de l'époque et de l'architecture du bâtiment.

Dans tous les cas, une bonne intégration des panneaux solaires impliquera de respecter l'inclinaison des toitures.



## EN SAVOIR PLUS

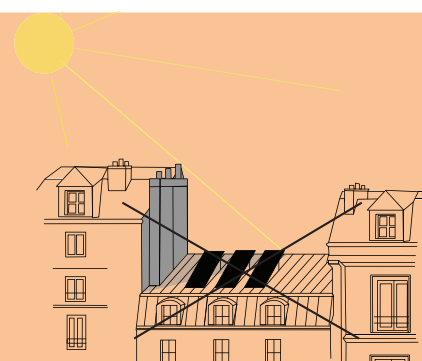
### LES BONNES QUESTIONS À SE POSER

Afin de concilier les impératifs environnementaux et la préservation du patrimoine bâti parisien, il convient d'effectuer un diagnostic précis du contexte afin d'adopter les solutions techniques qui conviendront le mieux.

- Existe-t-il des contraintes architecturales et réglementaires particulières (périmètre de protection des monuments historiques, site inscrit, Protection Ville de Paris, bâtiments inscrits ou classés...) ?
- Quelle est la hauteur de mon bâtiment ? Respecte-t-il les règles de hauteur et de gabarits en vigueur ?
- Quelle est la forme de ma toiture ?
- Quelle est son orientation (orientation du faîtage) ?
- Ma toiture est-elle masquée du soleil par les ombres portées des immeubles environnants ?
- Comment bien intégrer mon panneau ?

## Toiture à pente

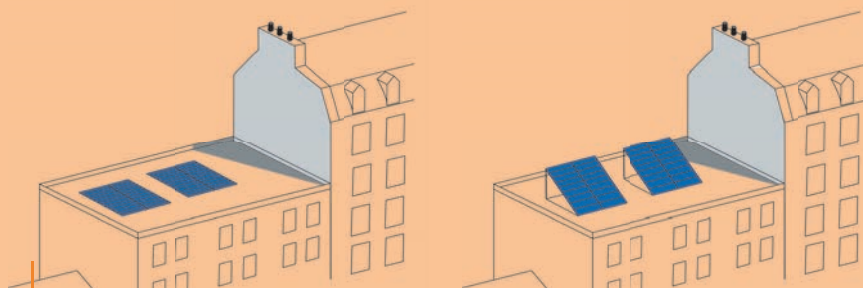
Sur ce type de toiture, les panneaux seront intégrés à la pente dans l'épaisseur de la couverture. Ce type d'implantation ne peut être envisageable que pour les bâtiments dont l'orientation est satisfaisante.



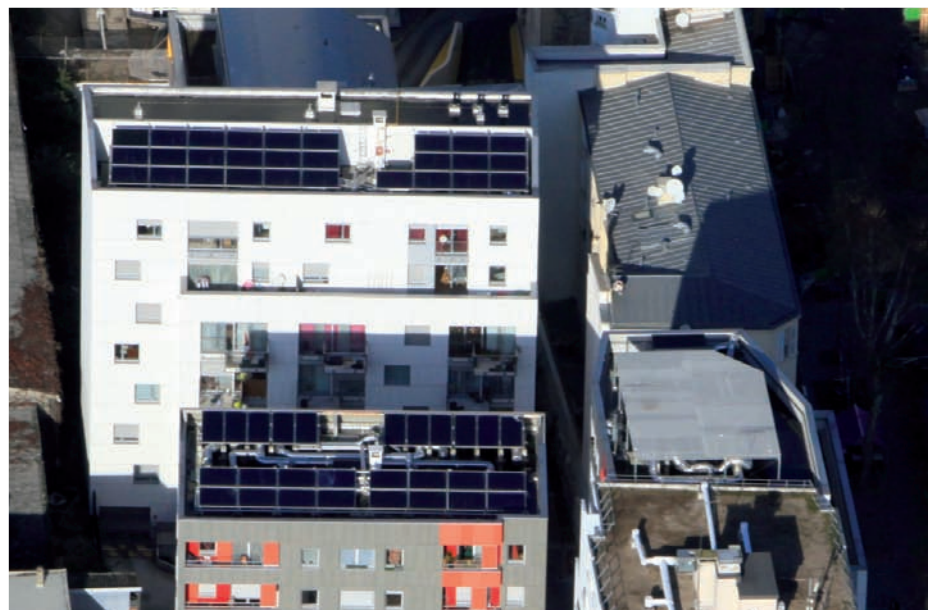


## Toiture terrasse

C'est le cas le plus favorable à l'intégration. Le plus souvent, les rebords ou garde-corps permettent de cacher les panneaux depuis la rue. Lorsque la toiture terrasse est située en contrebas d'un bâtiment avoisinant, il conviendra de rechercher une composition architecturale satisfaisante.



Exemples d'implantations en toiture terrasse



## Autres implantations possibles

Sur certains immeubles, l'implantation des panneaux solaires peut être envisagée en substitution d'autres éléments de construction : brise-soleil ou garde-corps de balcon.



Brise-soleil, Paris 18<sup>e</sup>



Panneaux solaires sur toiture terrasse, Paris 18<sup>e</sup>

## EN SAVOIR PLUS

**Le diagnostic de performance énergétique (DPE)**

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2007, tous les bâtiments (maisons individuelles, appartements, commerces...), mis en vente ou en location doivent disposer d'un diagnostic de performance énergétique (DPE).

Ce diagnostic doit permettre de connaître la consommation conventionnelle estimée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la climatisation et la ventilation ainsi que les émissions de gaz à effet de serre liées à cette consommation.

Il permet d'informer le futur acquéreur ou locataire d'un logement sur la consommation d'énergie primaire.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2011, le DPE doit être présent sur les annonces (vente et location).

## EN SAVOIR PLUS

Les agents de la sous-direction du Permis de construire et du paysage de la rue (SDPCPR) sont à votre disposition pour étudier vos projets avant dépôt.  
Voir les adresses utiles.

Retrouvez tous les cahiers HABITER DURABLE et des exemples de réalisations parisiennes sur [www.paris.fr](http://www.paris.fr), rubrique Paris pratique >> Urbanisme >> Construction et aménagement durables



# Les démarches administratives

**La modification de l'aspect extérieur d'une façade, pour l'installation de panneaux solaires, est subordonnée à :**

- **une approbation de la copropriété en assemblée générale**

Cet accord doit être consigné dans le procès verbal de l'assemblée.

- **une déclaration préalable**

Cette déclaration doit être établie au moyen du formulaire Cerfa n°13404\*01, à retirer et à déposer auprès de l'administration municipale - Pôle accueil et service à l'utilisateur (PASU) de la ville de Paris ou téléchargeable sur le site [www.urbanisme.equipement.gouv.fr](http://www.urbanisme.equipement.gouv.fr), selon les modalités en vigueur du code de l'urbanisme.

Elle doit être complétée par un dossier composé des pièces énumérées sur le bordereau de déclaration préalable.

**Pour faciliter l'instruction du dossier et son analyse par les services de la Ville, il est conseillé d'apporter également des informations sur :**

- l'insertion du projet dans le site,
- l'état du bâtiment avant et après travaux,
- le projet vu depuis la rue et depuis les immeubles en vis-à-vis.

### Le dossier

Il doit être déposé en trois exemplaires identiques à l'adresse suivante :

Direction de l'urbanisme  
Pôle accueil et service à l'utilisateur  
(rez-de-chaussée)  
17 boulevard Morland  
75004 Paris.

Le dépôt des dossiers donne lieu à un courrier dans le mois qui suit, mentionnant la date d'échéance de l'instruction (celle-ci dure deux mois en général).

## ADRESSES UTILES

### **Mairie de Paris Pôle accueil et service à l'usager (PASU) Sous-direction du Permis de construire et du paysage de la rue**

17 boulevard Morland -  
bureau 115  
75181 Paris Cedex 04  
3975  
Email : du\_pasu@paris.fr

### **Agence parisienne du climat (APC)**

Pavillon du Lac,  
Parc de Bercy  
3 rue François Truffaut  
75012 Paris  
Tél : 01 58 51 90 20  
www.apc-paris.com

### **Service territorial de l'architecture et du patrimoine (STAP) de Paris**

45-49 rue Le Peletier  
75009 Paris  
Tél : 01 56 06 50 00

### **Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement (CAUE) de Paris**

32 boulevard de Sébastopol  
75004 Paris  
Tél : 01 48 87 70 56  
Email :  
contact@caue75.com  
www.caue75.fr

### **ADEME Ile-de-France Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie**

6-8 rue Jean Jaurès  
92807 Puteaux Cedex  
N° Azur : 0810060050  
www.ademe.fr

Vous trouverez en ligne sur  
ce site, les plaquettes  
d'information des  
particuliers en matière  
d'économie d'énergie.

### **ANAH - Délégation locale de Paris**

DRIHL  
5 rue Leblanc  
75911 Paris Cedex 15  
Tél : 01 82 52 40 00  
www.anah.fr

### **Union régionale des CAUE d'Ile-de-France**

L'ABCDAire du particulier  
propose une centaine de  
fiches pratiques à consulter  
sur l'architecture, l'urbanisme  
et l'environnement  
www.urcaue-idf.fr

### **Syndicat des énergies renouvelables**

Celui-ci comprend les  
professionnels de cette  
corporation  
www.ser.fr

### **Site internet regroupant les installateurs en matière d'énergies renouvelables**

ayant signé une charte de  
qualité (Qualisol, QualiPV,  
Qualibois, Qualipac ...)  
www.enerplan.fr

### **Comité de liaison des énergies renouvelables**

Association regroupant des  
professionnels et ayant pour  
mission d'informer et de  
développer les énergies  
renouvelables  
www.cler.org

### **Institut national de l'énergie solaire**

Institut de recherche qui a  
pour objectif de développer  
et de promouvoir l'énergie  
solaire en France  
www.ines-solaire.com

### **Observatoire des énergies renouvelables**

www.observ-er.org

### **Entreprises spécialisées dans les travaux d'installation de panneaux solaires situées en Ile-de-France et ayant suivi les formations aux économies d'énergie bâtiment**

cf. Répertoire d'entreprises  
du bâtiment en économies  
d'énergie et énergies  
renouvelables (rubriques  
Chauffage et Electricité) sur  
paris.fr et www.feebat.org

### **Acteurs du Paris durable**

www.  
acteursduparisdurable.fr



## LES AIDES FINANCIÈRES

De nombreuses aides existent pour vous accompagner dans la réalisation de vos travaux.

Elles s'adressent aussi bien aux locataires, propriétaires occupants ou bailleurs, et sont modulées en fonction du type de travaux que vous envisagez.

L'ensemble de ces possibilités sont répertoriées par l'ADEME dans une brochure que vous pourrez vous procurer sur :  
[ecocitoyens.ademe.fr](http://ecocitoyens.ademe.fr)

### Attention

Il ne s'agit que d'aides valables au niveau national. Certaines collectivités (commune, région, département...) peuvent proposer des aides complémentaires.

### Pour Paris

Prenez contact pour plus de précisions avec votre conseiller Info énergie climat :

par téléphone au 01 58 51 90 20  
ou par courriel via :

<http://www.apc-paris.com/conseils.html>

## EN SAVOIR PLUS

Toutes les informations sur les subventions régionales, les engagements de la région Île-de-France en matière d'économie d'énergie et d'énergies renouvelables.

Ont contribué à l'élaboration de ce cahier : APC (agence parisienne du climat), mairie de Paris - Crédits : mairie de Paris, DU, Jacques Leroy, Guy Picard - JC Pattacini Urba images - Conception : mairie de Paris, direction de l'urbanisme, Service concertation et communication - Impression : Etoile imprim - Dépôt légal en cours