

LE PLAN LOCAL D'URBANISME

Guide d'application
des dispositions
environnementales



Le Plan local d'urbanisme (PLU) de Paris, a été adopté dans sa version modifiée en juillet 2016 par le Conseil de Paris. Son règlement comporte des dispositions à caractère environnemental modifiées, et de nouvelles qui ont été introduites pour mieux prendre en compte la transition écologique. Elles sont la traduction réglementaire d'un certain nombre d'objectifs municipaux, portés par ailleurs dans des documents tels que le Plan Climat Air Energie, le Plan biodiversité...

Le présent guide vise à apporter une aide aux pétitionnaires dans la compréhension de ces règles et leur traduction concrète dans les projets, et à les orienter dans la préparation de leurs dossiers de demande d'autorisation.

En conséquence, il ne porte que sur des interventions et travaux soumis à autorisation d'urbanisme. Pour s'informer sur des approches méthodologiques et techniques plus globales, le lecteur pourra se reporter à des documents complémentaires, auxquels les recommandations du présent guide font parfois référence.

AVERTISSEMENT

Il est porté à l'attention du lecteur que ce document n'a pas de valeur juridique. Il ne dispense donc pas de la lecture du PLU et le pétitionnaire ne peut s'en prévaloir. En outre, des dispositions particulières peuvent s'appliquer dans certains secteurs de la zone UG, et des dispositions différentes s'appliquer dans les autres zones du PLU. Enfin, il est rappelé que les autorisations d'urbanisme sont instruites conformément aux dispositions architecturales et patrimoniales de l'article 11, et délivrées en articulation avec les avis des architectes des bâtiments de France, qui n'entrent pas dans le champ du présent guide.

RAPPEL

Une aide à la détermination des autorisations d'urbanisme, requises pour chaque type de projet, est consultable sur paris.fr dans la partie « Les permis de construire, les déclarations préalables », à la rubrique « Quel dossier pour quels travaux ? ».

CHAQUE CHAPITRE CONCERNE UN THEME ENVIRONNEMENTAL ET CONTIENT :

- plusieurs extraits du règlement avec :
 - de l'information contextuelle pour expliquer l'origine de la règle,
 - dans certains cas une explication de la règle (rubrique Ce qui est **OBLIGATOIRE**),
 - des conseils pour sa mise en œuvre et éventuellement pour aller plus loin (rubriques Ce qui est **CONSEILLÉ** et Pour aller **PLUS LOIN**) ;
- des illustrations (schémas, photos...) qui illustrent ou complètent ces conseils ;
- des exemples de réalisations commentés en fin de chapitre.

*Pour les mots suivis d'une *, une définition est donnée à l'avant-dernière page du présent document.*

SOMMAIRE THEMATIQUE

PERFORMANCE ENERGETIQUE DES CONSTRUCTIONS NEUVES

PAGES 5 A 18

I - Conception	6
II - Performances thermiques et énergétiques	8
III - Production d'énergie	11
IV - Confort thermique	13
V - Matériaux	15
VI - Exemples de réalisations	17

PERFORMANCE ENERGETIQUE DU BATI EXISTANT

PAGES 19 A 36

I - Travaux d'économie d'énergie	20
II - Production d'énergie	22
III - Isolations thermiques	24
III-1 - Facades	25
III-2 - Murs pignons	26
III-3 - Toitures	27
IV - Confort thermique	28
V - Matériaux	31
VI - Exemples de réalisations	35

VEGETALISATION DES ESPACES LIBRES ET DU BATI

PAGES 37 A 54

I - Préambule	38
II - Qualité des espaces végétalisés	39
III - Espaces libres	41
III-1 - Dimensionnement	41
III-2 - Surfaces végétalisées	42
III-3 - Plantations d'arbres	44
IV - Bâti	46
IV-1 - Végétalisation des murs	46
IV-2 - Végétalisation des toitures	47
IV-3 - Agriculture sur toitures	51



PERFORMANCE ENERGETIQUE DES CONSTRUCTIONS NEUVES

Dans le cadre de projet de constructions neuves (et assimilées) en zone urbaine (UG et UGSU), le PLU de Paris fixe des exigences portant sur les caractéristiques thermiques et énergétiques des projets ainsi que sur la qualité des matériaux employés. Celles-ci viennent compléter les exigences légales relevant du Code de la construction, notamment le respect de la Réglementation Thermique (RT), dont il appartient au pétitionnaire de prendre connaissance.

Ce chapitre intègre des extraits de l'article UG 15.3.2 (sur fond bleu).



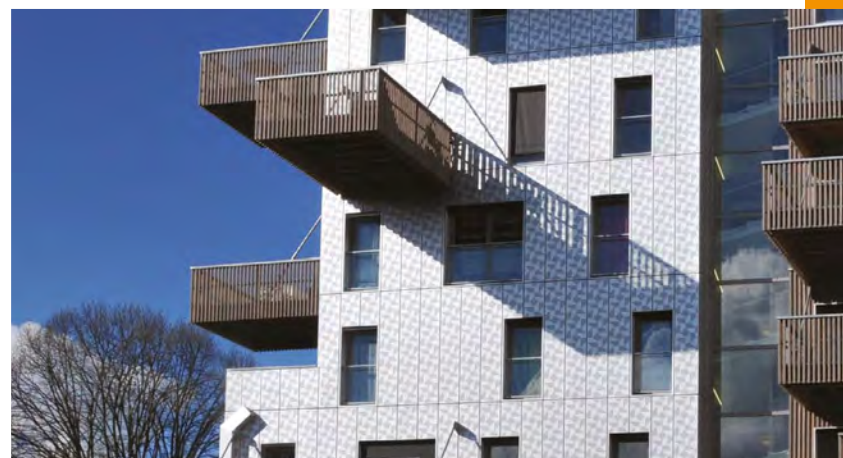
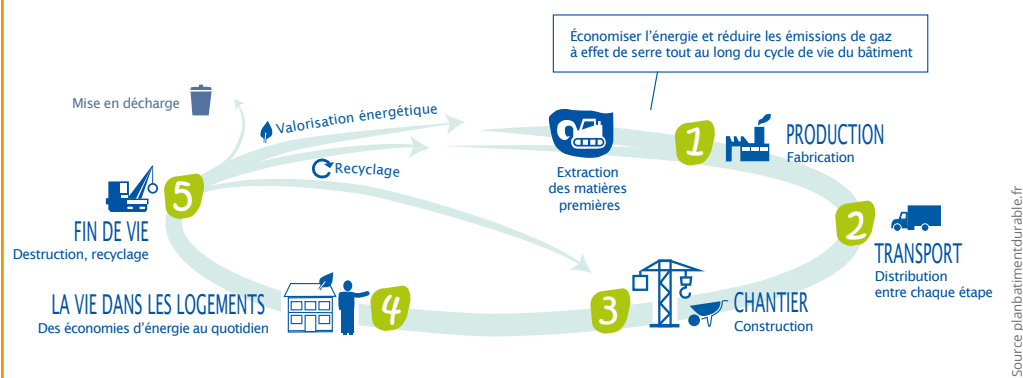
I - CONCEPTION

Extrait du
PLU

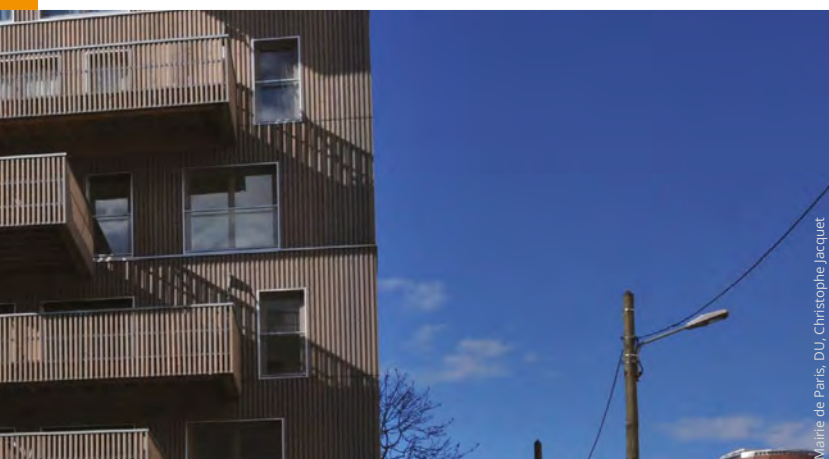
Les constructions nouvelles doivent être étudiées en intégrant les effets positifs de la végétalisation du bâti dans la perspective d'un bilan d'émission de CO₂ aussi faible que possible en utilisant des matériaux à faible empreinte environnementale, en maîtrisant les consommations énergétiques et en privilégiant l'utilisation d'énergies renouvelables (solaire, géothermique, ou tout dispositif de récupération d'énergie, pompes à chaleur...) selon les contraintes liées au site et aux conditions particulières de réalisation du projet. L'approche bioclimatique des projets, selon les contraintes liées au site et aux conditions particulières de réalisation, doit être privilégiée.

Le PLU transcrit au plan réglementaire les objectifs du Plan Climat Air Energie Territorial de Paris qui place la capitale sur une trajectoire « zéro carbone ». La conception des nouveaux bâtiments parisiens doit y contribuer en limitant au maximum leur empreinte carbone.

L'EMPREINTE CARBONE D'UN BATIMENT



Paul-Bourget, logements sociaux, Paris 13^e - KOZ



Ce qui est
OBLIGATOIRE

Le projet doit s'appuyer sur :

- l'usage de matériaux à faible contenu carbone ;
- la maîtrise des consommations d'énergie ;
- la végétalisation du bâti ;
- la production d'énergies renouvelables.

La démarche imposée est celle d'une prise en compte graduelle des items suivants :

- 1 principe de sobriété énergétique : concevoir une enveloppe ayant des besoins très réduits ;
- 2 principe d'efficacité : choisir des équipements à faible consommation d'énergie pour tous les usages : chauffage, eau chaude sanitaire, éclairages intérieurs et extérieurs, auxiliaires de génie climatique ;
- 3 recours à des énergies renouvelables tant pour les besoins propres du bâtiment que pour couvrir les besoins résiduels.

A NOTER : La végétalisation du bâti est également un levier pour se conformer au zonage pluvial dont l'exigence est rappelée à l'article 15, et pour se conformer aux exigences d'une végétalisation minimale à la parcelle rappelées à l'article 13.

Ce qui est
CONSEILLÉ

- 1 Faire appel à la conception bioclimatique. Celle-ci repose sur l'analyse des caractéristiques physiques et microclimatiques du futur lieu de la construction afin d'optimiser l'empreinte carbone ultérieure du bâtiment. Dans cette démarche le concepteur s'adapte au contexte urbain préexistant : il optimise ainsi la compacité du bâtiment, exploite les possibilités de mitoyenneté des parcelles adjacentes, optimise les capacités de ventilation naturelle, et d'ensoleillement de la parcelle, afin de maximiser les apports solaires en hiver et les minimiser en été.
- 2 Prendre en compte les pics de chaleur. Les prévisions d'évolution du climat montrent que les épisodes caniculaires risquent d'être plus fréquents et plus longs. Il est conseillé d'en tenir compte dans la conception. Pour les bâtiments nécessitant un système de refroidissement, il est conseillé de valoriser la fraîcheur du sous-sol par le recours aux puits climatiques, ou d'étudier la possibilité d'un raccordement au réseau de froid urbain.

A NOTER : La réglementation thermique ne donne pas une méthode de conception, mais fixe un minimum de performance attendue, calculé sur un scénario conventionnel (de même pour les labels). Il est important d'anticiper les écarts à ce scénario, induits par des usages ou par des modes de gestion spécifiques (horaires d'occupation, températures intérieures attendues, périodes de vacances, apports internes de chaleur, quantités d'eau chaude sanitaire, consommations électriques non conventionnelles).

II - PERFORMANCES THERMIQUES ET ENERGETIQUES

Extrait du
PLU

Les constructions soumises à la Réglementation Thermique 2012 (RT2012), devront présenter une consommation conventionnelle d'énergie primaire (Cep) pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage artificiel des locaux, les auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire et de ventilation, inférieure de 20% à celle exigée par la RT 2012 pour tous les types de bâtiments.

Par ailleurs, les performances énergétiques des constructions nouvelles doivent tendre vers les objectifs du Plan Climat Energie Territorial en vigueur.

(...)

Les modes constructifs et les dispositifs techniques (éclairage, chauffage, ventilation, circulation verticale...) doivent être choisis en privilégiant la sobriété énergétique, y compris en termes d'énergie grise. Sauf impossibilité technique ou contraintes liées à l'insertion urbaine ou d'architecture, tout projet doit comporter des dispositifs d'économie d'énergie.

Le Plan Climat Energie de Paris de 2012 fixait déjà l'objectif de diminuer les consommations énergétiques sur le territoire, en particulier pour le secteur du bâtiment. Le PLU traduit cet objectif en imposant aux constructions neuves des seuils de performance thermique plus ambitieux que la RT2012.

Ce qui est

OBLIGATOIRE

Sont concernées toutes les constructions neuves au sens de la RT, à savoir les constructions nouvelles, mais également certains autres cas listés dans les textes de la RT2012 (les extensions de plus de 50 m² de SDP*, ainsi que les additions de SHONRT* supérieure à 150 m² ou à 30% de la SHONRT des locaux existants).

Pour le résidentiel et le tertiaire, le bâtiment doit ainsi atteindre au minimum 20% de réduction des consommations par rapport aux exigences de la RT2012.

A NOTER : Pour justifier du respect de la règle et assurer la complétude de son dossier de permis de construire, le pétitionnaire peut fournir (par exemple) les documents suivants :

- 1/ **une attestation (Cerfa)** de la prise en compte de la réglementation thermique RT2012 pour une consommation conventionnelle d'énergie primaire (Cep) inférieure à 20%.
- 2/ **une note de calcul** permettant de constater l'atteinte d'une Cep inférieure de 20% par rapport au seuil réglementaire de la RT2012.



LES NIVEAUX DU LABEL E+C-

Energie
4 niveaux repères

Carbone
2 niveaux repères

Energie 4 : bilan nul



Quelques
champions

Energie 3

Carbone 2

Energie 2



Une approche
pour tous

Energie 1

Carbone 1

RT 2012





Rue du Faubourg-du-Temple, Paris 10e



Rue Gilbert-Cesbron, Paris 17e



Fréquel-Fontarabie, Paris 20e

Pour aller
PLUS LOIN

Pour s'inscrire dans les objectifs du nouveau Plan Climat Air Energie de Paris de 2018 - qui a pour objectif une ville neutre en carbone à l'horizon 2050, adaptée et résiliente aux aléas climatiques - il est nécessaire d'adopter la labellisation « E+C- », niveau « énergie 3 » et niveau « carbone 1 ».

A NOTER : Pour les cas de constructions neuves non soumises à la RT2012, le règlement du PLU n'impose pas de performances supérieures à la réglementation thermique dans l'existant. Il est néanmoins conseillé de s'inscrire dans les objectifs du Plan Climat.

NIVEAU « ENERGIE 3 »

Il correspond à un effort significatif par rapport à la RT2012 en matière d'économies d'énergie et de production d'énergies renouvelables.

- ➔ Résidentiel : 20% de réduction des consommations par rapport aux exigences de la RT2012 et 20 kWh/m²/an de production d'énergies renouvelables.
- ➔ Tertiaire : 40% de réduction des consommations par rapport aux exigences de la RT2012 et 40 kWh/m²/an de production d'énergies renouvelables.

NIVEAU « CARBONE 1 »

Les leviers de réduction de l'empreinte carbone sont à répartir entre les consommations énergétiques et le choix des matériaux.

Ainsi :

- ➔ les émissions de gaz à effet de serre durant le temps d'exploitation du bâtiment doivent rester inférieures à un niveau maximal ;
- ➔ les émissions amont induites par la fabrication des produits de construction et des équipements doivent rester inférieures à un niveau maximal.

La Mairie de Paris peut accorder des aides dans certains cas, pour soutenir les projets de logements les plus performants thermiquement. Voir les conditions sur paris.fr

Extrait du
PLU

Dans **les zones d'aménagement concerté**, les constructions nouvelles sont en outre soumises aux dispositions suivantes :

Les constructions doivent s'inscrire dans l'ensemble des objectifs déterminés par le Plan Climat Energie Territorial de Paris adopté par le Conseil de Paris le 11 décembre 2012, en vigueur à la date d'approbation du PLU, en particulier à travers la satisfaction des critères de labels énergétiques et environnementaux auxquels il fait référence et le respect d'un taux minimal d'énergie renouvelable pour la couverture des besoins des constructions.

Les constructions neuves localisées dans des zones d'aménagement concerté sont un cas particulier du règlement et doivent respecter un autre objectif de performance.

Ce qui est

OBLIGATOIRE

Tout bâtiment, quelle que soit sa destination, doit avoir une Cep maximale de 50 kWh/m²/an, qui est la valeur du Plan Climat de 2012. Pour certains équipements spécifiques (hors logements et bureaux), il s'agit de se rapprocher au maximum de cette valeur (ce que permet la labellisation Effinergie+, qui est la référence du Plan Climat de 2012). Ces cas d'exception doivent être justifiés en expliquant la spécificité des besoins conventionnels d'énergie primaire (exemple : activité particulière induisant des minimums de consommations incompressibles).

Pour aller

PLUS LOIN

Il est conseillé de décliner à l'échelle du bâtiment l'objectif de neutralité carbone défini pour les zones d'aménagement (Plan Climat Air Energie de 2018), et d'adopter une labellisation « E3C1 ».

En particulier, il est opportun d'étudier toutes les possibilités d'optimisation énergétique, ouvertes par le projet d'aménagement (échanges avec d'autres bâtiments, utilisation de réseaux intelligents...).



Bâtiments Clichy-Batignolles, Paris 17^e

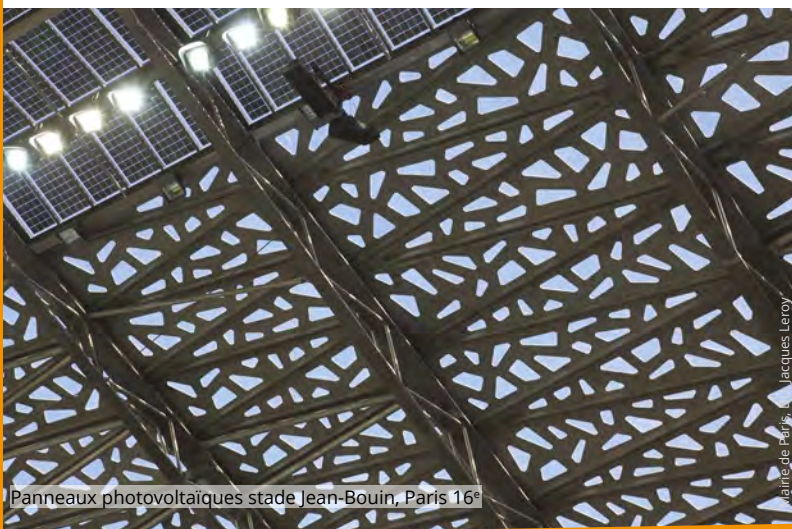
Maître de Paris, DU Jacques Leroy

III - PRODUCTION D'ENERGIE

PERFORMANCE
ENERGETIQUE
DES CONSTRUCTIONS
NEUVES



Bâtiments Clichy-Batignolles avec panneaux en toiture, Paris 17^e



Panneaux photovoltaïques stade Jean-Bouin, Paris 16^e

Extrait du
PLU

Pour tout projet de construction neuve comprenant une surface de plancher supérieure à 1500 m², ces dispositifs doivent être complétés par des installations de production d'énergie renouvelable telles que panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, géothermie...

Conformément à l'article UG.11.2.3 (§ 2°), 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, géothermie, toitures végétalisées... sont autorisés en saillie du couronnement du gabarit-enveloppe à condition que leur volumétrie s'insère harmonieusement dans le cadre bâti environnant.

Le Plan Climat Energie de Paris de 2012 fixait l'objectif d'augmenter la production d'énergie renouvelable sur le territoire. Le PLU traduit cet objectif en imposant aux constructions neuves d'une certaine envergure l'installation des dispositifs qui y contribuent.

Ce qui est

OBLIGATOIRE

Pour tout projet de construction neuve excédant les 1500 m² de SDP*, l'installation de dispositifs de production d'énergie renouvelable est obligatoire.

Afin de faciliter la mise en œuvre de ces dispositifs, des saillies en toitures excédant le gabarit sont autorisées à condition que leur volumétrie s'insère harmonieusement dans le cadre bâti environnant.

L'insertion de ces dispositifs doit être en harmonie avec le cadre bâti environnant, tout en respectant par ailleurs les règles de l'article 11 relatives à l'aspect extérieur des constructions.

A NOTER : Conformément à l'article UG.13.1.1, les dispositifs d'économie d'énergie ou produisant des énergies renouvelables qui prennent place sur une toiture plate de plus de 100 m² doivent être installés conjointement à une végétalisation (cf. chapitre « Végétalisation des espaces libres et du bâti »).

Ce qui est
CONSEILLÉ

Le choix du dispositif de production d'énergie renouvelable pourra se faire au regard de multiples critères, notamment les types d'usage du bâtiment (habitat ou tertiaire) et son environnement (l'ensoleillement, le sous-sol...).

CAS D'UNE INTEGRATION DE PANNEAUX SOLAIRES EN TOITURE

→ Cas n°1

Dans le cas de toitures en pente, les panneaux seront préférentiellement intégrés à la pente dans l'épaisseur de la couverture. Dans ce cas, il faut s'assurer que l'orientation de la pente permet un rendement annuel suffisant de l'installation solaire.

→ Cas n°2

Dans le cas de toitures plates, les panneaux peuvent être disposés sur châssis et orientés de manière afin d'assurer le meilleur rendement annuel possible.



EVALUER LE POTENTIEL SOLAIRE DE SON BATIMENT

Un cadastre solaire de Paris est consultable sur internet. Il donne des informations moyennées ou détaillées sur les gisements solaires bruts annuels des toitures de Paris. <http://www.cadastresolaire.paris.fr/>

IV - CONFORT THERMIQUE

PERFORMANCE
ENERGETIQUE
DES CONSTRUCTIONS
NEUVES



Bâtiments rue Pixérécourt, Paris 20^e – MOE : Pascal Gontier, MOA : RIVP



Logements traversants Clichy-Batignolles, Paris 17^e

Extrait du
PLU

La double orientation des logements doit être privilégiée lorsque la configuration du terrain le permet.

La double orientation, généralement entre cour et rue, est un dispositif bioclimatique qui permet une bonne ventilation traversante des locaux en été par tirage thermique naturel. Les débits de ventilation ainsi obtenus peuvent être conséquents et assurer un rafraîchissement des locaux permettant d'éviter le recours à la climatisation. La double orientation permet aussi d'optimiser l'éclairage naturel des locaux et donc de réduire les consommations électriques.

Ce qui est
CONSEILLÉ

Lorsque la mono-orientation des locaux est inévitable, il est conseillé de concevoir des dispositifs permettant d'atteindre une ventilation efficace des locaux par tirage thermique naturel.

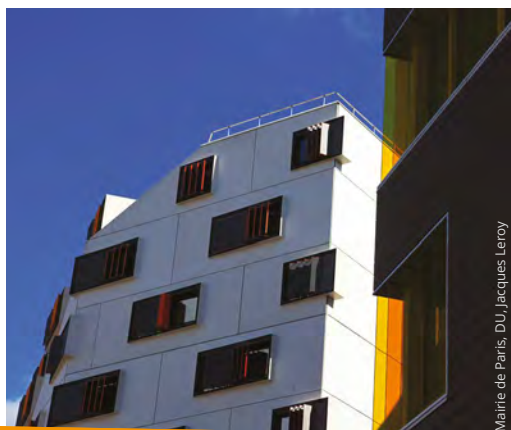
Extrait du
PLU

En outre, les constructions nouvelles doivent assurer le confort d'été et le confort d'hiver des occupants, notamment par leur orientation, leur volumétrie, leur configuration, les percements, les matériaux, l'isolation thermique, la végétalisation des toitures et des terrasses et les dispositifs d'occultation des baies.

Les bâtiments neufs ont généralement une sensibilité accrue au confort d'été. L'étude des paramètres suivants doit permettre d'intégrer cet enjeu dans la conception :

- ➔ l'isolation thermique et les matériaux : leur conductivité thermique, leurs propriétés d'inertie, leur comportement radiatif ;
- ➔ la volumétrie d'ensemble, les percements et la configuration : la distribution des pièces (en fonction de l'orientation et de l'éclairage naturel), la présence d'espaces tampon (caves et combles) ;
- ➔ la végétalisation des toitures et terrasses : cf. chapitre « Végétalisation des espaces libres et du bâti ».

Ce qui est
CONSEILLÉ Prévoir des protections solaires extérieures sur le bâti (exemple : volets, brise-soleil...) ou dans les espaces libres (exemple : arbre).



LES MATERIAUX BIOSOURCES



Extrait du
PLU

Tout projet doit recourir à des matériaux naturels, renouvelables, recyclables ou biosourcés, dont l'utilisation doit être privilégiée.*

Les matériaux utilisés, notamment les matériaux d'isolation thermique et acoustique, doivent garantir la salubrité et la pérennité des constructions.

L'empreinte carbone d'un bâtiment dépend en partie de celle des matériaux qui le constituent. Le contenu carbone des matériaux est défini par les émissions de carbone nécessaires à la production, au transport et à la gestion de la fin de vie des matériaux. Les matériaux biosourcés* sont issus de la biomasse animale ou végétale ; leur contenu en énergie grise (c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la production du matériau) est généralement très faible.

Ce qui est
OBLIGATOIRE

Il est obligatoire d'employer des matériaux naturels, renouvelables, recyclables ou biosourcés. Les matériaux biosourcés sont à privilégier en priorité.

A NOTER : L'isolation extérieure d'une façade est soumise à une réglementation incendie spécifique (instruction technique 249), les solutions techniques retenues par les pétitionnaires doivent s'y conformer afin de prévenir la propagation du feu en cas d'incendie.

Ce qui est
CONSEILLÉ

Pour garantir la salubrité et la pérennité des constructions, il est conseillé de s'assurer de la parfaite compatibilité des différents matériaux employés dans l'édification du bâtiment. Des incompatibilités d'association des matériaux entre eux existent (à propos, notamment, de leur comportement vis-à-vis de la vapeur d'eau), et doivent donc être prises en compte.

Pour aller
PLUS LOIN

La provenance des matériaux est également un enjeu puisque le transport, entre le lieu de production et le chantier, est également affecté d'émissions de carbone qui interviennent dans le bilan global de la construction. Il est donc conseillé de choisir des matériaux locaux.

Extrait du
PLU

Afin notamment de lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain, l'utilisation de matériaux absorbant peu le rayonnement solaire est recommandée, notamment pour l'enduit ou le revêtement des façades des constructions, sous réserve d'une insertion harmonieuse dans le cadre bâti environnant.

Ce qui est
CONSEILLÉ

Pour les façades exposées à l'insolation solaire (toutes les orientations sauf Nord), il est conseillé d'éviter d'employer des revêtements de façade sombres qui ont des capacités de stockage de l'énergie solaire importante. En effet le rayonnement solaire est efficacement capté par les façades sombres et lorsque que le revêtement possède également une certaine inertie le rayonnement solaire est stocké durablement dans le matériau et continue de rayonner après le temps de l'insolation (notamment la nuit) ce qui participe à l'effet d'îlot de chaleur urbain. A l'inverse, l'emploi de matériaux ultra-réfléchissants est déconseillé (risque de phénomènes d'éblouissement pour les usagers de l'espace public).

A NOTER : Si l'emploi de teintes claires permet d'atténuer l'absorption du rayonnement solaire, certains nouveaux matériaux et revêtements intègrent des pigments réfléchissants dans une très vaste gamme de couleurs.

Pour aller
PLUS LOIN

Dans certains cas d'architecture bioclimatique, le stockage de l'énergie par la façade du bâtiment peut être recherché, cette dernière étant alors valorisée par des dispositifs spécifiques (exemple : mur trombe).



Tower Flower façade végétalisée rue Albert-Roussel, Paris 17^e

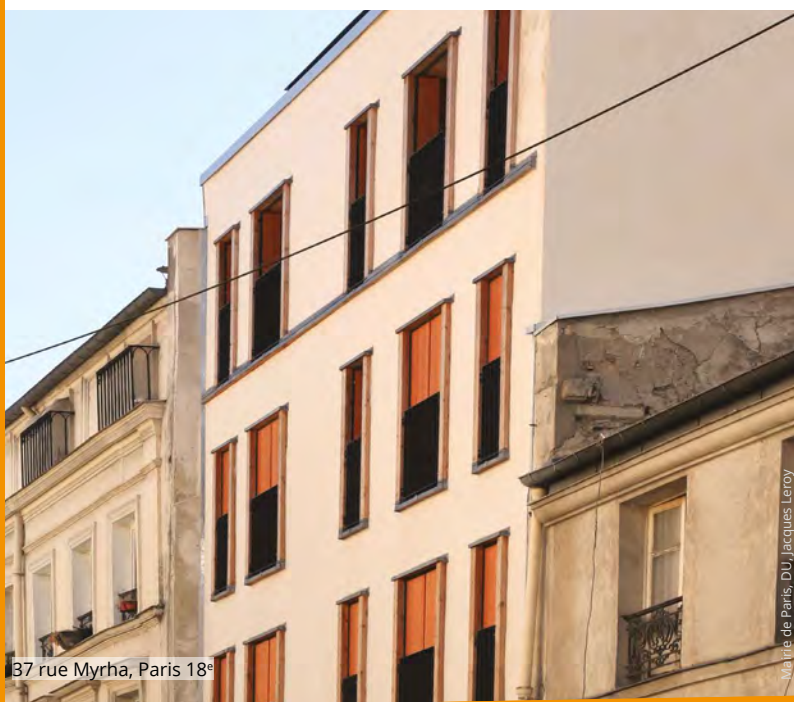
Mairie de Paris, D. L. Jacques Leroy

VI - EXEMPLES DE REALISATIONS

PERFORMANCE
ENERGETIQUE
DES CONSTRUCTIONS
NEUVES



25 rue Bourgon, Paris 13e



37 rue Myrha, Paris 18e

ISOLATION REPARTIE : BETON DE CHANVRE

Matériau biosourcé* : béton de chanvre.

Chaudière pulsatoire.

Solaire photovoltaïque.

45 kWh/m²/an.

Cette fiche illustre la redécouverte d'une pratique ancestrale de construction totalement compatible avec les normes actuelles, avec les avantages d'un matériau à moindre impact environnemental. Notons par ailleurs que l'utilisation du chanvre, fibre végétale, permet de stocker du CO₂ (gaz à effet de serre), ce qui là encore, ajoute à ses nombreux avantages !

LE BETON DE CHANVRE

Il s'agit d'un matériau de remplissage isolant et écologique, posé sur une ossature porteuse métallique ou bois qui s'apparente aux principes constructifs historiques des anciens faubourgs de Paris qu'étaient les constructions à pans de bois et à pans de fer. Il permet ainsi, au-delà de ses hautes qualités écologiques, de renouer en profondeur avec la construction vernaculaire des faubourgs, établissant un lien très fort avec l'écriture architecturale et urbaine proposée. Le béton de chanvre conjugue les qualités du chanvre et de la chaux. Projeté sur un fond de coffrage, il assure une isolation répartie réduisant les ponts thermiques, un chantier propre et silencieux ne nécessitant ni interventions lourdes, ni fondations surdimensionnées. Hygroscopique, il dote les parois d'une respiration saine et naturelle. Inerte, il améliore le confort d'été et d'hiver. Sa légèreté et sa simplicité de mise en œuvre font qu'il est très bien adapté aux situations urbaines denses (dent creuse ou parcelle exiguë).

BEPOS 7 RUE GUENOT, PARIS 11^E - RIVP

BEPOS

Bâtiment à énergie positive.
Faibles émissions de GES
Isolation Thermique Extérieure
Energies renouvelables

L'étude thermique définissant un bilan énergétique positif, a eu un impact sur le travail de conception de l'immeuble par les architectes ainsi que sur le dimensionnement des systèmes (productions solaires thermique et photovoltaïque, ventilation, chaudières...). Il a été nécessaire de réduire au maximum les besoins en énergie, puis d'installer une production d'énergie solaire pour arriver au BEPOS.



7 rue Guénot, Paris 11^e

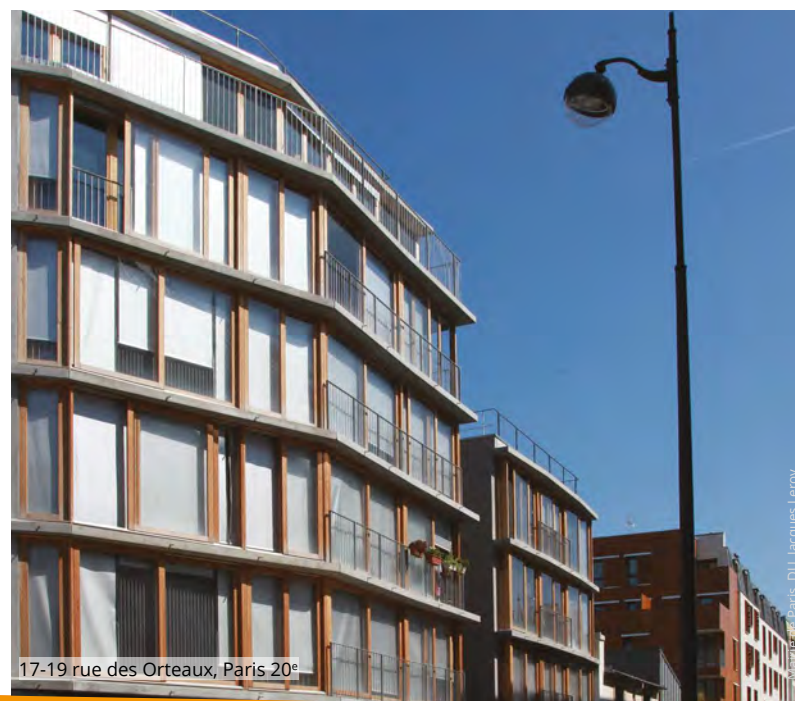
Baudouin Bergeron architectes

PROJET BIOCLIMATIQUE : MUR TROMBE, 17-19 RUE DES ORTEAUX, PARIS 20^E

MUR TROMBE

Intérêt pour des dispositifs low-tech (VMC hygro B).
Consommation inférieure à 50 kWh/m²/an.
Solaire thermique.

Le principe du mur capteur repose sur l'utilisation de l'énergie solaire passive, absorbée et stockée en son sein, pour apporter des kWh gratuits ainsi qu'un excellent confort thermique. Le mur réchauffe ainsi l'air circulant à son contact avant d'entrer dans les logements, par tirage mécanique simple flux afin d'en renouveler l'air intérieur. Cela représente autant d'économies de chauffage normalement nécessaire pour « réchauffer » l'air entrant à température extérieure pendant l'hiver.



17-19 rue des Orteaux, Paris 20^e

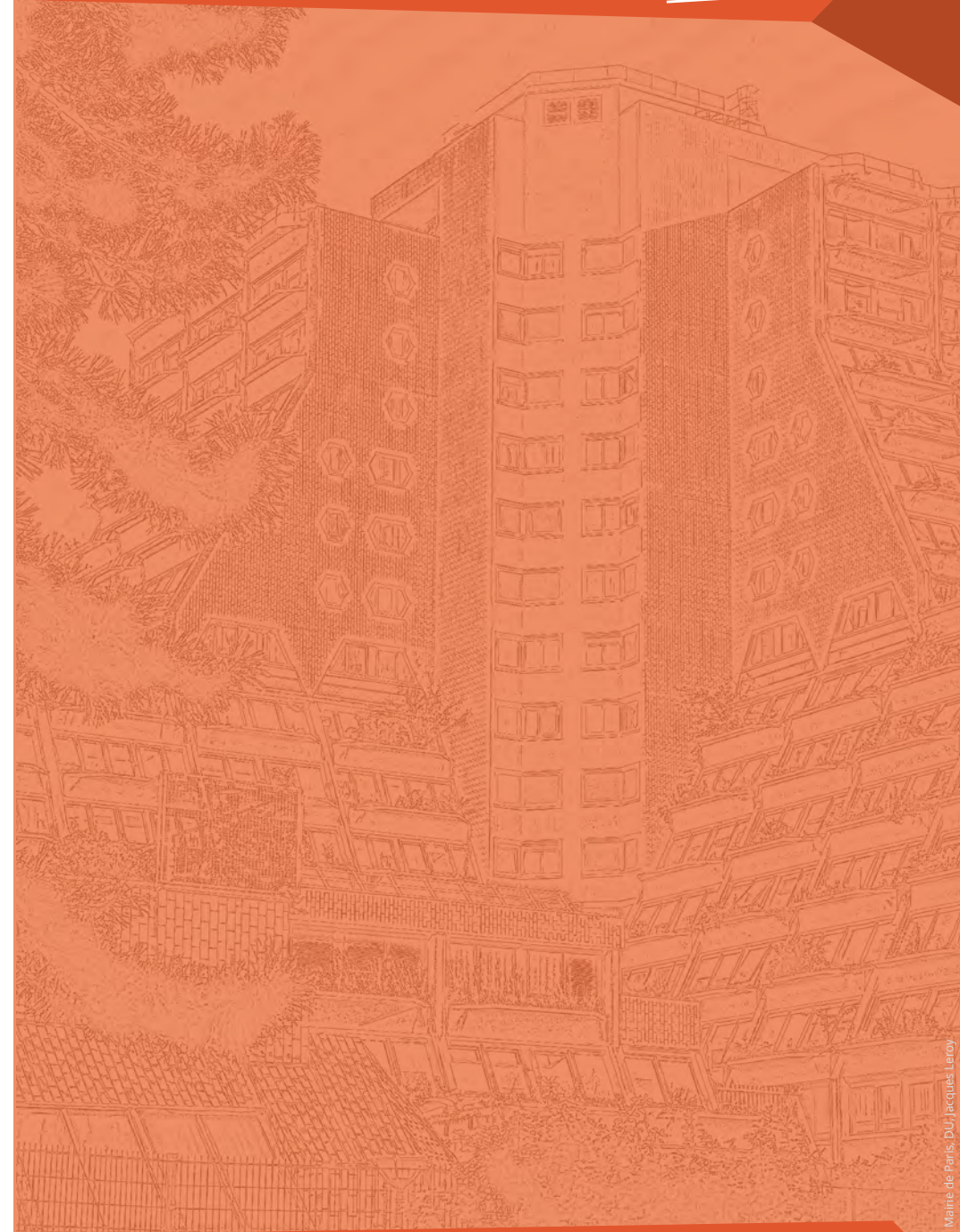
17-19 rue des Orteaux, Paris 20^e

PERFORMANCE ENERGETIQUE DU BATI EXISTANT

Dans le cadre de projets de réhabilitation, modification ou surélévation de constructions existantes, en zone urbaine (UG et UGSU), le PLU de Paris fixe des exigences portant sur les caractéristiques thermiques et énergétiques des projets ainsi que sur la qualité des matériaux employés.

Celles-ci viennent compléter les exigences légales relevant du Code de la construction, notamment le respect de la réglementation thermique, dont il appartient au pétitionnaire de prendre connaissance.

Ce chapitre intègre des extraits de l'article UG 15.3.1 (sur fond bleu).



I - TRAVAUX D'ECONOMIE D'ENERGIE

Extrait du
PLU

L'installation dans les constructions de dispositifs d'économie d'énergie est obligatoire, sauf impossibilité technique ou contraintes liées à la préservation du patrimoine architectural ou à l'insertion dans le cadre bâti environnant.

Le Plan Climat Energie de 2012 fixait l'objectif de diminuer les consommations énergétiques sur le territoire, en particulier pour le secteur du bâtiment. Le PLU prend en compte cet objectif en imposant, lors de travaux sur des constructions existantes, d'y intégrer des dispositifs d'économie d'énergie contribuant à leur rénovation thermique.

Ces travaux relèvent de la Réglementation Thermique Existant (RTE).

Celle-ci s'applique, selon les cas, avec :

- ➔ une approche « globale » : le bâtiment dans son ensemble est soumis à une obligation de performance énergétique ;
- ➔ une approche « élément par élément » : les éléments remplacés ou nouvellement installés par le maître d'ouvrage doivent avoir des performances minimales.

A NOTER : Certains cas ne rentrent pas dans le champ de la RTE (exemple : isolation d'un mur en matériaux non industriels). Certains cas sont assimilables à des constructions neuves (exemple : surélévations importantes) ; c'est alors la réglementation thermique 2012 qui s'applique.

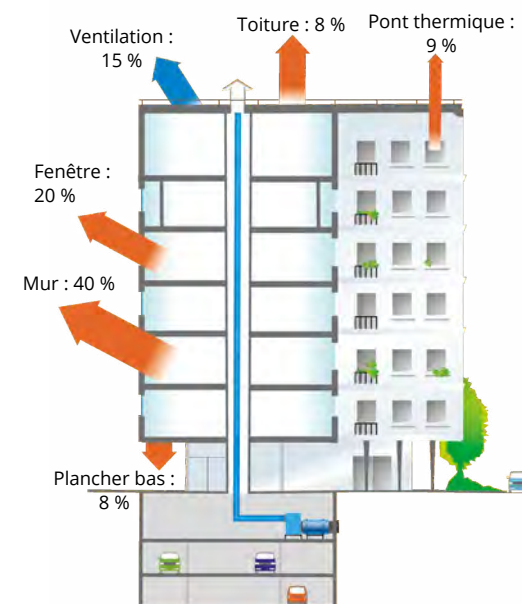
Ce qui est

L'obligation d'installer un / des dispositifs d'économie d'énergie :

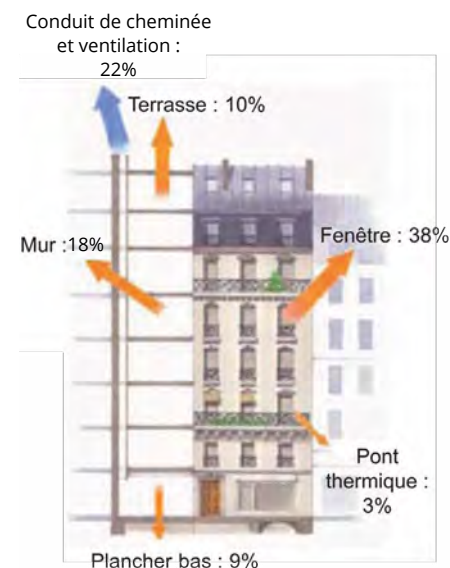
- ➔ concerne potentiellement tous travaux visés à l'article UG15.3.1, même dans le cas où aucune réglementation thermique n'est applicable ;
- ➔ s'applique aux travaux concernés par l'autorisation d'urbanisme (exemple : mise en œuvre d'une isolation thermique en cas de ravalement de façade), mais le pétitionnaire est libre de mettre en œuvre un dispositif d'économie d'énergie sur une autre partie du bâti (il devra alors justifier qu'il respecte cette obligation).

Les projets entrant dans les cas d'exception prévus par la règle doivent en justifier.

ORIGINES DES DEPERDITIONS POUR UN IMMEUBLE

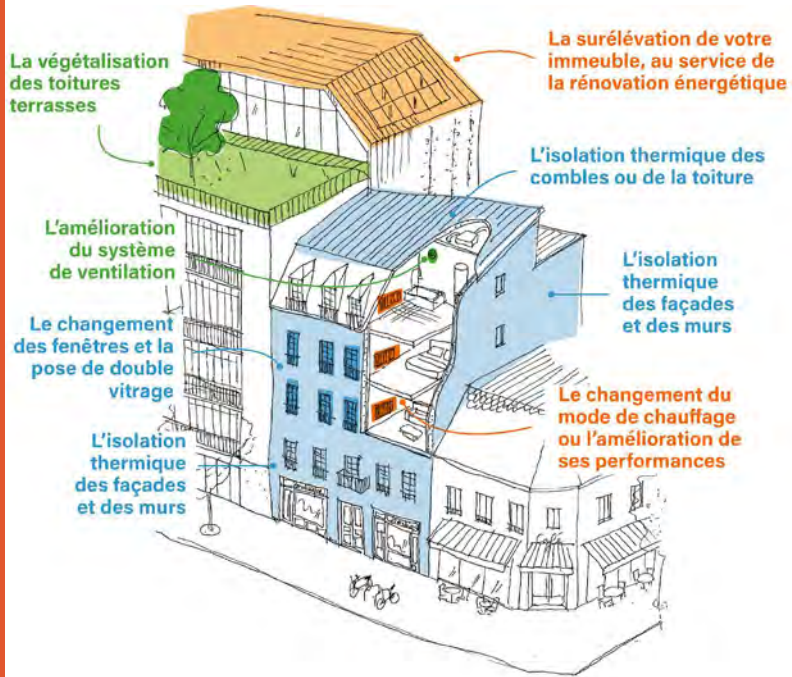


Cas d'un immeuble construit après 1950



Cas d'un immeuble haussmannien mitoyen non isolé

LES POSTES D'INTERVENTION D'UNE RENOVATION ENERGETIQUE



Cette liste n'est pas exhaustive.
Le scénario de travaux finalement retenu découlera du diagnostic global
de votre immeuble permettant d'identifier les postes d'intervention pertinents.

SOLHA 15/02/05

A NOTER : Certains travaux ou études sont imposés par la règle nationale (qui connaît aussi des exceptions) :

- mise en œuvre d'une isolation thermique à l'occasion de travaux importants de rénovation des bâtiments (ex : ravalement de façade, réfection de toiture...) ;
- rénovation avant 2025 des bâtiments privés résidentiels dont la consommation en énergie primaire est supérieure à 330 kWh/m²/an ;
- réalisation d'un audit énergétique dans les copropriétés de logements de plus de 50 lots, équipées d'une installation de chauffage collectif, et dans les bâtiments de type « grande société » ;
- réalisation d'une Etude de Faisabilité d'Approvisionnement en Energie (EFAE) pour les bâtiments de SHON* > 1000 m² soumis à des travaux de rénovation très lourds.

Pour aller
PLUS LOIN

Pour définir les économies d'énergie à atteindre, il est conseillé de s'inscrire dans les objectifs de performance du Plan Climat Air Energie de Paris de 2018, qui ambitionne pour 2050 un parc de logements au niveau basse consommation. Pour ce faire, les opérations actuelles doivent au minimum réaliser 50% d'économie d'énergie dans les opérations de réhabilitation.

Pour le choix des dispositifs d'économie d'énergie, un audit énergétique permettra d'évaluer l'état initial, de préconiser le dispositif le plus adapté, et d'identifier les éventuels autres postes d'intervention pertinents en vue d'une approche plus globale de rénovation énergétique.

Le cas des bâtiments anciens (avant 1950) est particulier. Il est conseillé de porter attention au mode de construction (et au fonctionnement hygrothermique associé), ainsi qu'aux protections patrimoniales.

AIDES FINANCIERES

La Mairie de Paris peut accorder des aides financières dans certains cas, pour soutenir les projets de logements les plus performants thermiquement. Voir les conditions sur paris.fr

OUTILS METHODOLOGIQUES ET ACCOMPAGNEMENT

Les copropriétaires de logement peuvent consulter les outils méthodologiques du dispositif « Eco-rénovons Paris » sur paris.fr, ainsi que les fiches ATHEBA (Amélioration THermique du Bâti Ancien) sur le site [des Maisons paysannes de France](http://desMaisonsPaysannes.deFrance). Ils peuvent éventuellement être accompagnés dans leurs démarches d'audit et de rénovation par un conseiller Eco-rénovation.

II - PRODUCTION D'ENERGIE

Extrait du
PLU

Pour tout projet de réhabilitation lourde comprenant une surface de plancher supérieure à 1500 m², ces dispositifs doivent être complétés par des installations de production d'énergie renouvelable telles que panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, géothermie, ou tout dispositif de récupération d'énergie, pompes à chaleur...

Conformément à l'article UG.11.2.3 (§ 1°), 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, géothermie, 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.

Le Plan Climat de Paris de 2012 fixait l'objectif d'augmenter la part d'énergie renouvelable. Le PLU traduit cet objectif en imposant l'installation de dispositifs produisant cette énergie, à l'occasion des réhabilitations lourdes qui sont une bonne opportunité pour étudier ce type d'installations.

A NOTER : Certaines réhabilitations font partie des cas assimilables à des constructions neuves décrits dans le chapitre « Travaux d'économie d'énergie ». Cet article ne s'y applique donc pas, mais des obligations de production d'énergie peuvent néanmoins s'imposer au titre de l'article 15.3.2 (cf. chapitre « Performance énergétique des constructions neuves »).



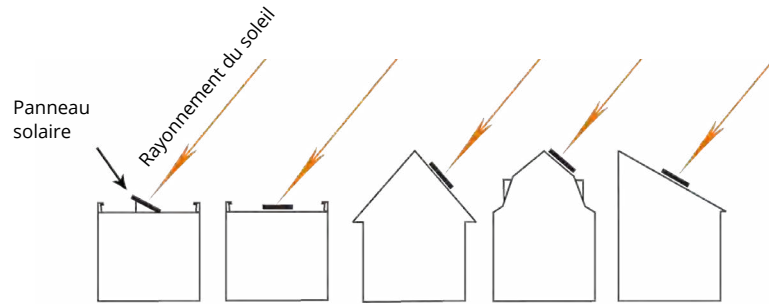
Panneaux solaires intégrés aux toitures de logements de l'entre-deux-guerres



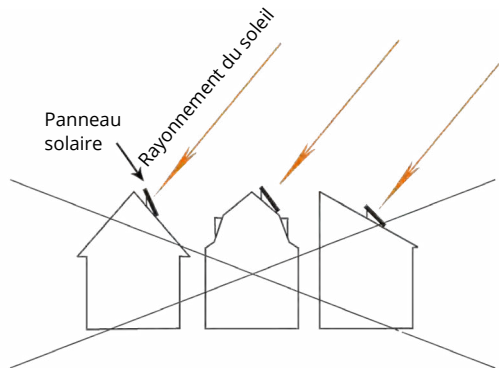
Panneaux solaires insérés sur immeuble d'habitation, Paris 17^e

TPOLOGIE 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.



Bonne intégration : panneaux solaires respectant l'inclinaison des toitures



Mauvaise intégration : panneaux solaires installés sur châssis surélevés

Ce qui est OBLIGATOIRE

Sont désignées comme réhabilitations lourdes les opérations de transformations d'un bâtiment impliquant la modification de tout ou partie des espaces intérieurs ou des façades. Les changements de destination des locaux, comme la transformation de bureaux en logements, peuvent donner lieu à des réhabilitations lourdes. Les travaux supposent généralement l'inoccupation des locaux au moment des travaux.

Le PLU de Paris va au-delà des exigences réglementaires de la RTE puisque des dispositifs techniques de production d'énergies renouvelables ou de récupération sont obligatoires dès que les surfaces de plancher des locaux transformés dépassent les 1500 m².

Afin de faciliter la mise en œuvre de ces dispositifs, des saillies en toitures excédant le gabarit sont autorisées, dans les conditions d'insertions définies plus globalement à l'article UG11.

Ce qui est CONSEILLÉ

Le choix d'une installation de production d'énergie renouvelable adaptée pourra se faire à l'issue d'un audit énergétique.

S'agissant des panneaux solaires, thermiques ou photovoltaïques, les choix de mise en œuvre vont dépendre de plusieurs paramètres : hauteur du bâtiment, orientation et forme de la toiture.

➔ Dans le cas de toitures en pente, les panneaux seront préférentiellement intégrés à la pente dans l'épaisseur de la couverture. Dans ce cas, il faut s'assurer que l'orientation de la pente permet un rendement annuel suffisant de l'installation solaire.

➔ Dans le cas de toitures plates, les panneaux peuvent être disposés sur châssis et orientés de manière à assurer le meilleur rendement annuel possible.

A NOTER : L'intégration de panneaux solaires doit également être pensée en cohérence avec les dispositions prévues par ailleurs au PLU sur la végétalisation et l'agriculture urbaine (cf. chapitre 3), et plus globalement avec les différents usages et fonctions de la toiture considérée.

III - ISOLATIONS THERMIQUES

Extrait du
PLU

L'isolation thermique des murs pignons, des façades et des toitures est recommandée chaque fois qu'elle est possible en intégrant les effets positifs de la végétalisation du bâti. Conformément à l'article UG.11.2.3 (§ 1°), l'isolation par l'extérieur est autorisée en saillie des façades des constructions existantes. La saillie est limitée à 0,20 mètre sur l'alignement de la voie publique ou la limite qui en tient lieu dans une voie privée. Cette saillie peut toutefois être augmentée pour des motifs liés à la nature de la façade à isoler, à la solution technique environnementale mise en œuvre ou à la nécessité de reconstituer les reliefs existants.

La performance thermique des édifices parisiens est tributaire du niveau d'isolation du clos et du couvert. Les opérations de réhabilitations visant la performance énergétique supposent généralement l'isolation extérieure partielle ou totale des édifices. L'isolation thermique intérieure est également possible, mais la technique d'isolation extérieure présente plusieurs avantages :

- ➔ traiter les ponts thermiques, conserver l'inertie des murs et donc les qualités de confort d'été des bâtiments ;
- ➔ protéger les murs des aléas climatiques (infiltrations d'eau, cycles de gel et dégel, etc.) et diminuer les infiltrations d'air ;
- ➔ ne pas solliciter l'intérieur des logements, et donc préserver l'occupation pendant les travaux et les surfaces de vie après travaux.

Ce qui est

Plus généralement, le PLU recommande l'isolation thermique des murs pignons, façades et toitures.

Le pétitionnaire doit apporter des explications :

- ➔ le cas échéant, les raisons de la non-réalisation d'une isolation, et / ou de la non-végétalisation du bâti ;
- ➔ en cas de dépassement d'une saillie de 20 cm, les justifications techniques et environnementales qui amènent à ce choix.



Isolation thermique extérieure d'un bâtiment de 1967, quai de Metz, Paris 19^e



Isolation thermique extérieure d'un bâtiment de 1967, rue Mathis, Paris 19^e

III-1 - FACADES

Ce qui est
CONSEILLÉ

L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) est une technique à privilégier pour toute façade ne présentant pas de caractère patrimonial.

Sa mise en œuvre suppose un épaississement de la façade pouvant occasionner un surplomb ou un empiètement sur l'espace public.

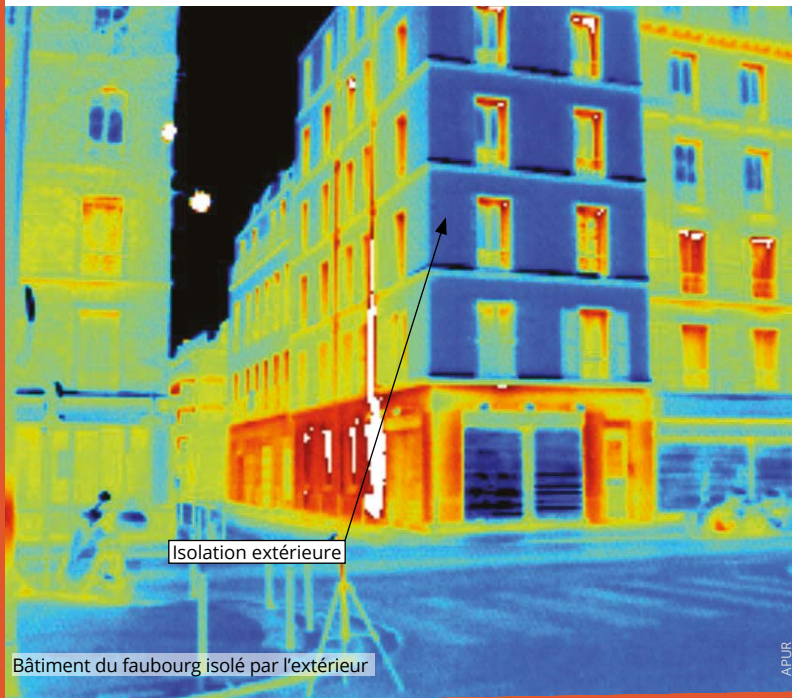
La saillie alors autorisée par le PLU est de 20 cm, épaisseur qui convient généralement pour les techniques d'enduits sur isolants ou de vêtements. Cette saillie peut être augmentée si le projet le justifie, par exemple si le maître d'œuvre souhaite :

- faire appel à la technique du bardage qui introduit une lame d'air qui garantit un vieillissement moins rapide de la couche isolante ;
- employer des matériaux naturels ou biosourcés* (cf. partie « Matériaux »), qui peuvent avoir des capacités isolantes légèrement inférieures aux matériaux conventionnels, et nécessitent donc des épaisseurs un peu supérieures ;
- reconstituer des décors existants. Les moulures d'imitation des décors sont rapportées sur l'isolation ; l'épaisseur totale du complexe isolant et décors peut excéder les 20 cm.

Pour un projet de réhabilitation thermique d'un bâtiment existant, la solution d'isolation thermique du rez-de-chaussée (RDC) doit anticiper les sollicitations inhérentes à l'éventuelle proximité de l'espace public et offrir une résistance mécanique suffisante. En isolation extérieure, les solutions de bardage offrent généralement de meilleurs résultats que les solutions d'enduits sur isolants ou de vêtements. La solution d'isolation intérieure du RDC apporte également une réponse à la question de la sollicitation mécanique, elle est néanmoins génératrice de pont thermique à la jonction entre le RDC et le 1^{er} étage.



EFFETS DE L'ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTERIEUR



Isolation extérieure

Bâtiment du faubourg isolé par l'extérieur

III-2 - MURS PIGNONS

Les murs pignons sont un gisement d'économie d'énergie conséquent à l'échelle du territoire parisien.

Ce qui est
CONSEILLÉ

Les murs pignons parisiens sont majoritairement constitués de moellons de calcaire grossier et de briques de qualité ordinaire. Les moellons sont des matériaux tendres, poreux. A l'inverse de la pierre de taille des façades sur rues, ils ne sont pas faits pour être exposés à l'érosion de la pluie battante.

Ces murs, au même titre que nombres de façades sur cour, sont non décorés et peuvent faire l'objet d'une ITE même lorsque le bâtiment a une valeur patrimoniale qui rendrait difficile l'isolation extérieure de la façade sur rue.

Le gain énergétique de telles réalisations est fort dans la mesure où ces murs sont les seuls qui n'ont pas (ou peu) de baies, la mise en œuvre de l'isolation est simple et ne génère pas de ponts thermiques.

L'isolation thermique peut alors être couplée à un dispositif de végétalisation, qui remplit un rôle climatique bénéfique pour le propriétaire mitoyen puisque le rayonnement solaire en été n'est plus réfléchi sur le mur pignon, et que l'évapotranspiration des plantes permet un rafraîchissement local de l'air.

A NOTER : Ces murs pignons sont souvent des murs « en attente » de la construction d'un autre bâtiment en mitoyenneté qui n'a jamais été construit, ce qui a pour conséquences :

- Ces murs sont sources d'infiltration d'eaux dans nombre de cas (en particulier les orientations Sud à Ouest). Des enduits et des isolations extérieures ont parfois été réalisés par le passé sur certains murs pignons à des fins d'étanchéification.
- Le mur se situant en limite séparative, l'isolation se fait en saillie sur la propriété voisine, et suppose donc l'obtention d'un accord du propriétaire voisin, par exemple via une convention d'empiétement. La végétalisation est alors une contrepartie intéressante pour le propriétaire mitoyen.

EXEMPLE DE MUR MITOYEN AVEUGLE



Rue Maillard, Paris 11^e



Pour le bâti ancien, il vaut donc mieux éviter :

- de ravalement un mur pignon en mettant à nu les matériaux de constructions originels (notamment en creusant les joints entre éléments maçonnés), l'intégrité structurelle du mur pouvant être engagée à terme ;
- d'utiliser des matériaux d'isolants et d'enduits inadaptés au fonctionnement hygrothermique originel du bâtiment (cf. partie « Matériaux »), susceptibles de causer des désordres et d'altérer les matériaux structurels.

III-3 - TOITURES

Les déperditions thermiques par les toitures représentent une source de déperdition importante, se traduisant pour les occupants des derniers étages par de l'inconfort en hiver comme en été.

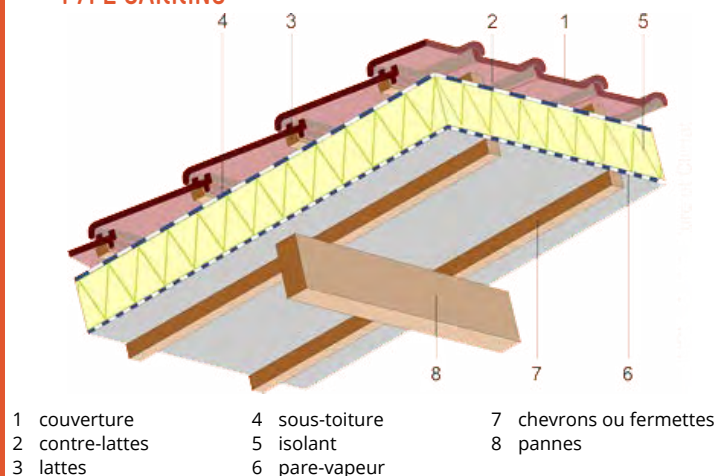


Ce qui est
CONSEILLÉ

Dans le cas de toitures terrasses ou toitures plates, l'isolation thermique se fait généralement par l'extérieur, en surépaisseur du toit existant. Une végétalisation de la toiture peut être réalisée conjointement à l'isolation thermique, sous réserve d'une capacité portante suffisante des ouvrages existants.

Dans le cas de toitures inclinées comme les toitures mansardées parisiennes, l'isolation thermique du comble peut se faire par l'extérieur par la méthode dite « sarking ». Dans ce cas, la couverture (généralement faite d'ardoise ou de zinc ou de tuile) doit être déposée. L'isolation thermique est alors posée sur la charpente existante grâce à un nouveau plafond, un nouveau chevronnage vient supporter la couverture. L'épaississement de la toiture ainsi réalisé est autorisé en tant que procédé d'économie d'énergie, sous réserve d'insertion harmonieuse par rapport au bâti support existant et au cadre bâti environnant.

ISOLATION THERMIQUE EXTERIEURE DE LA TOITURE, TYPE SARKING



A NOTER : Dans le cas de travaux de remplacement ou recouvrement d'au moins 50% de l'ensemble de la couverture, des travaux d'isolation peuvent s'imposer (cf. partie « Travaux d'économie d'énergie »). De plus, contrairement aux façades et aux murs pignons, il n'y a pas d'exceptions à l'application de la RTE pour les travaux d'isolation de toiture.

IV - CONFORT THERMIQUE

Extrait du
PLU

Les dispositifs constructifs existants assurant une ventilation naturelle des locaux (courettes, baies ouvrant sur les cours et courettes, conduits et souches de cheminées, caves, celliers...) doivent être conservés ou adaptés. En cas d'impossibilité technique ou de contraintes liées à la préservation du patrimoine architectural ou à l'insertion dans le cadre bâti environnant, des dispositifs produisant des effets équivalents doivent être mis en œuvre.

Le bâti ancien parisien possède des qualités de conception qui lui offrent généralement de bonnes performances thermiques estivales. La présence d'ouvrants sur les cours ou courettes est généralement garante d'une bonne ventilation des locaux par tirage thermique naturel. Les cheminées offrent des qualités d'aération également intéressantes pour le rafraîchissement des locaux. Cette ventilation, notamment nocturne, est une des solutions majeures pour améliorer le confort d'été en périodes caniculaires.

Lors des réhabilitations, il y a donc un intérêt à préserver tous ces dispositifs qui permettent d'éviter le recours à la climatisation.

Ce qui est

OBLIGATOIRE

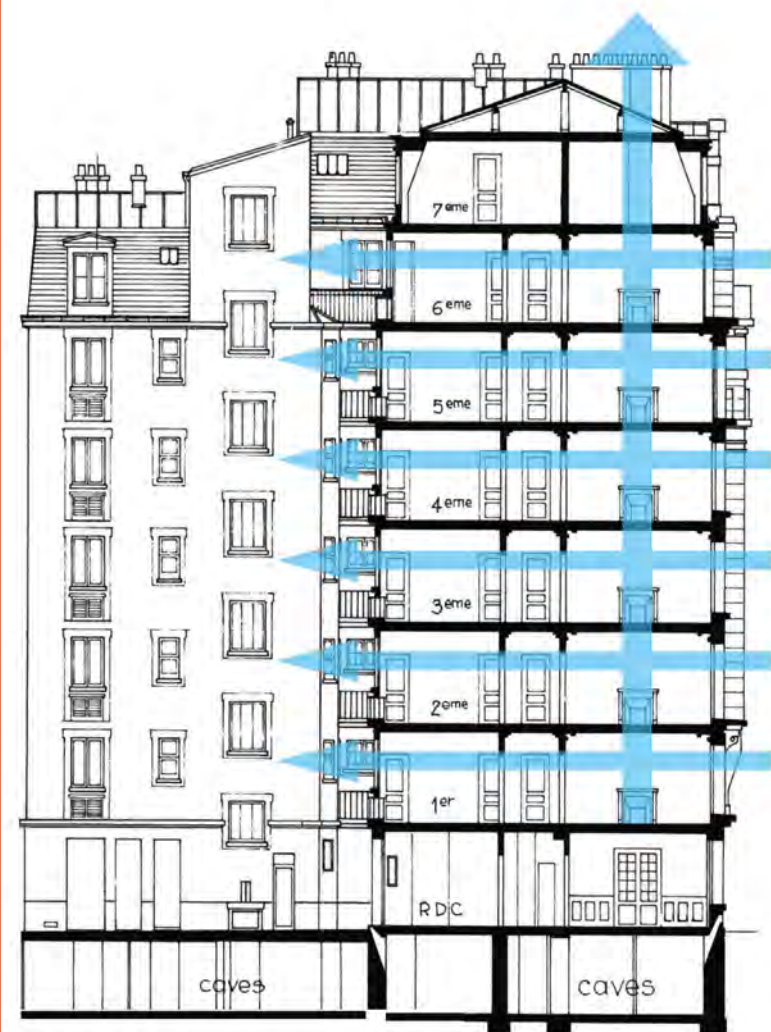
Tous les dispositifs assurant une ventilation naturelle doivent être conservés, ou adaptés, notamment si les travaux le nécessitent (exemple : rénovation du dispositif, modification de l'entrée d'air...).

Les cas d'impossibilité doivent être justifiés :

- ➔ les raisons qui rendent impossible le maintien des dispositifs existants ;
- ➔ le caractère équivalent des nouveaux dispositifs sur la ventilation des locaux.

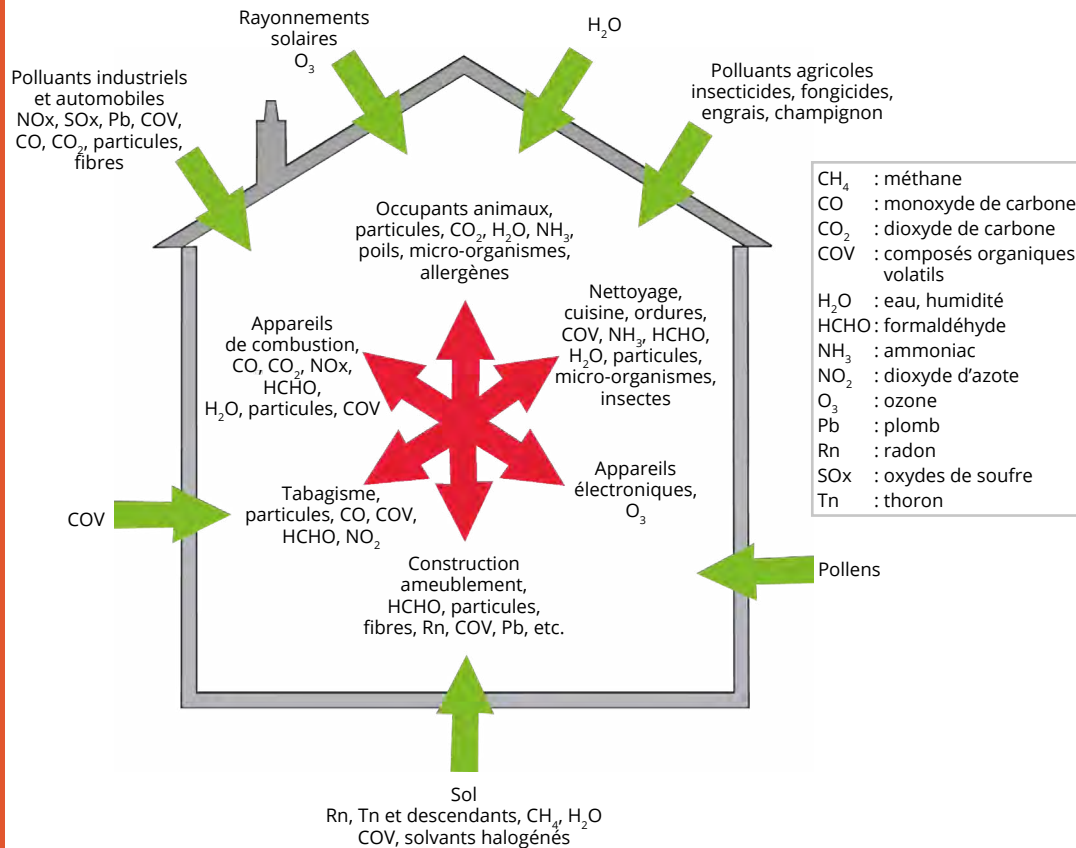
A NOTER : Le pétitionnaire doit aussi se conformer à la « réglementation pompier » du Code de la construction et de l'habitation et ne doit pas engager de travaux qui dégraderaient le niveau existant de sécurité.

SCHEMA DE VENTILATION NATURELLE



APUR

LES DIFFERENTS POLLUANTS DE L'AIR INTERIEUR



Guide " Construire sain ", ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (novembre 2011)

Ce qui est
CONSEILLÉ

Le caractère équivalent du nouveau dispositif vise à perpétuer les qualités climatiques des bâtiments. Celles-ci vont dépendre de la qualité et de la quantité d'air circulant dans les locaux.

A NOTER : La ventilation est également un enjeu de santé environnementale, car elle participe au renouvellement d'air, permettant l'évacuation des polluants intérieurs.



Extrait du
PLU

Les interventions sur les façades doivent être l'occasion d'améliorer l'isolation thermique des baies par l'installation de dispositifs d'occultation (contrevents, persiennes, jalousies...) ou par le remplacement des dispositifs existants s'ils sont peu performants.

Dans un souci de limiter le besoin de climatisation individuelle – afin de ne pas induire des consommations nouvelles d'énergie – le PLU oblige à conserver ou à optimiser les dispositifs qui contribuent à l'isolation thermique.

Ce qui est

OBLIGATOIRE

Pour ce faire, il est demandé de préserver les locaux de l'insolation, prioritairement par l'installation de dispositifs d'occultation lorsqu'il n'y en a pas (ou plus).

Certains dispositifs d'occultation peuvent nécessiter d'être changés car trop peu performants en terme d'usage (exemple : difficulté de manipulation de l'occultation) ou parce qu'ils ne permettent pas d'atteindre des performances acoustiques ou thermiques satisfaisantes.

Ce qui est

CONSEILLÉ

Pour les bâtiments à caractère patrimonial qui seraient dépourvus d'occultations et pour lesquels le pétitionnaire envisage une restauration des occultations, il est conseillé d'orienter le choix des dispositifs conformément aux caractéristiques des époques de construction des bâtiments.

Pour aller

PLUS LOIN

La végétalisation des façades, pour celles particulièrement exposées à l'insolation, peut également améliorer le confort d'été (cf. chapitre « Végétalisation des espaces libres et du bâti »).



Maison parisienne de type Louis-Philippe (1830-1850) avec persienne en bois, rue Mercœur, Paris 11^e



Immeuble de rapport haussmannien (1850-1870) avec persienne métallique se repliant dans la feuillure, boulevard de Ménilmontant, Paris 11^e



Extrait du
PLU

Tout projet doit recourir à des matériaux naturels, renouvelables, recyclables ou biosourcés, dont l'utilisation doit être privilégiée. Les matériaux utilisés, notamment les matériaux d'isolation thermique et acoustique, doivent garantir la salubrité et la pérennité des constructions. Ils doivent être compatibles avec la nature et les caractéristiques des matériaux préexistants.*

Les murs des bâtiments édifiés à Paris avant la deuxième guerre mondiale ont été construits avec des pans de bois, de la pierre calcaire et de la brique. Ces matériaux non-industriels ont pour caractéristique commune une perméabilité plus ou moins prononcée à la vapeur d'eau.

Nombre de matériaux d'isolation ne sont pas compatibles avec ces murs anciens, car beaucoup trop imperméables à la migration de la vapeur. C'est le cas des isolants de synthèse (polystyrène, polyuréthane, etc.). Cette obstruction peut créer à terme des pathologies pour le bâti, en particulier les bâtiments à pans de bois qui sont extrêmement sensibles à la concentration d'humidité dans les murs. Cette dernière peut entraîner le pourrissement du bois et condamner l'intégrité structurelle du bâti.

Dans ces cas de figure, les matériaux naturels, renouvelables, recyclables ou biosourcés* présentent généralement des caractéristiques hygrométriques plus favorables que les isolants de synthèse.

En outre, tous les matériaux d'isolation ne demandent pas la même quantité d'énergie grise (c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la production du matériau). Les matériaux naturels et biosourcés (c'est-à-dire issus de la biomasse animale ou végétale) ont l'avantage de posséder une énergie grise plus faible que les isolants synthétiques. Ils sont généralement renouvelables et recyclables.

Ce qui est
CONSEILLÉ

Le choix en matériaux isolants biosourcés* est varié et permet de répondre aux objectifs de performance recherchés dans une rénovation thermique. Leur conductivité thermique étant légèrement supérieure à celle des matériaux de synthèse, à performance équivalente, ils nécessitent une épaisseur plus importante.

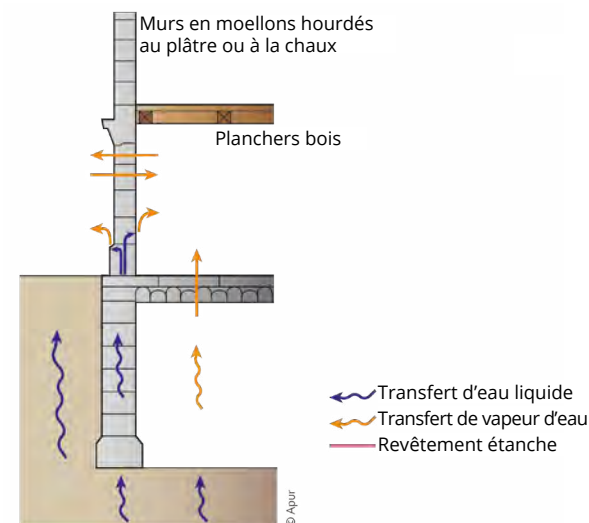
Lorsque les murs du bâtiment sont perméables à la vapeur d'eau, le choix de matériaux et / ou d'enduits possédants une certaine perméabilité à la vapeur d'eau doit être privilégiée.

Il est également conseillé de prendre en compte les objectifs de performance en matière phonique dans le choix des matériaux d'isolation.

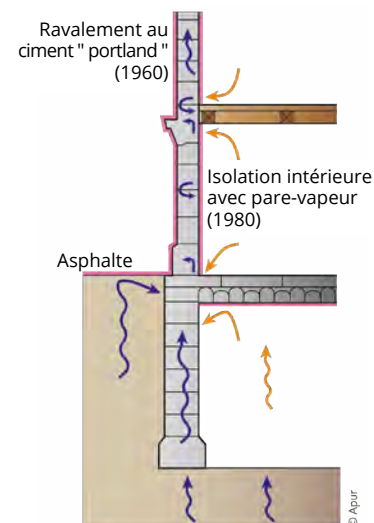
A NOTER : L'isolation extérieure d'une façade étant soumise à une réglementation incendie spécifique (Instruction Technique 249), les solutions techniques retenues doivent s'y conformer afin de prévenir la propagation du feu en cas d'incendie.



HYGROMETRIE D'UN MUR PARISIEN EN MOELLONS
DU XIX^E AVANT ET APRES RENOVATION AU XX^E SIECLE



Fonctionnement traditionnel : le mur est le siège d'échanges hydriques continuels



Fonctionnement perturbé par l'étanchéité des ouvrages : le ravalement des façades au ciment, l'isolation intérieure des logements et les revêtements étanches des voies parisiennes mettent en péril les murs maçonnés à terme, les flux d'eau ne transitent plus correctement

COMPARATIF DES MATERIAUX ISOLANTS COURANTS		LAMBDA (en W/m.K)	DENSITE (kg/m³)	TEMPS DE DEPHASAGE (en heure pour 20 cm)	ENERGIE GRISE (kWh/m³)
LAINES MINERALES					
LAINE DE VERRE	Rouleaux	0,030 à 0,035	27 à 29	6	250
LAINE DE ROCHE	Rouleaux	0,035	25	6	150
ISOLANTS SYNTHETIQUES					
POLYSTYRENE EXTRUDE	Panneaux	0,028	20 à 30	6	850
POLYSTYRENE EXPANSE	Panneaux	0,035	20 à 30	6	450
POLYURETHANE	Panneaux	0,025	40	6	1000 à 1200
ISOLANTS VEGETAUX					
LAINE DE CHANVRE	Rouleaux	0,038 à 0,042	25	7	30
	Panneaux	0,038 à 0,042	25 à 30	7	36
FIBRE DE BOIS	Panneaux souples	0,042	45 à 55	7,5	60
	Panneaux denses	0,05	160 à 270	15	160 à 300
LIN	Panneaux	0,037 à 0,047	30 à 35	6	72
	Rouleaux	0,037	25 à 30	6	48
OUATE DE CELLULOSE	Vrac insufflé	0,038 à 0,044	35 à 45	12	6
	Vrac déversé	0,037 à 0,040	35 à 45	9	6
	Panneaux	0,039	70 à 100	13	18
LIEGE	Vrac	0,040 à 0,045	80 à 120	9	85
	Panneaux	0,036 à 0,042	80 à 150	13	100
AUTRES PRODUITS					
LAINE DE MOUTON	Rouleaux	0,035 à 0,042	10 à 30	5	80
TEXTILE RECYCLE	Rouleaux / Panneaux	0,039	25 à 50	10	NC
PIV	Panneaux	0,0042 à 0,005	150 à 190	NC	NC

LES MATERIAUX

Les différentes caractéristiques des matériaux sont consultables sur le site de l'INIES dans les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES)

Extrait du
PLU

Afin notamment de lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain, l'utilisation de matériaux absorbant peu le rayonnement solaire est recommandée, notamment pour l'enduit ou le revêtement des façades des constructions, sous réserve d'une insertion harmonieuse dans le cadre bâti environnant.

Le bâti parisien d'avant 1914 possède généralement des teintes de façades assez claires comme les enduits à la chaux ou la pierre calcaire.

Ces matériaux reflètent une partie de l'énergie solaire. Lors d'opération de réhabilitation, la modification de la couleur des façades peut avoir un impact sur le stockage de chaleur par les murs : plus la couleur est sombre et plus la façade aura cet inconvénient.

Ce qui est

CONSEILLÉ

L'emploi de matériaux de teintes claires est conseillé pour les enduits et / ou peintures des façades réhabilitées.

Il est néanmoins déconseillé d'employer des matériaux ultra-réfléchissants qui pourraient présenter des risques d'éblouissement pour les usagers de l'espace public.

Pour aller
PLUS LOIN

Une végétalisation de la façade peut être réalisée, apportant à la fois un meilleur confort thermique intérieur et un rafraîchissement local à l'extérieur (cf. chapitre « Végétalisation des espaces libres et du bâti »).



Façade nécessitant un ravalement
(mauvais facteur de réflexion solaire)

Façade venant d'être ravalée
(bon facteur de réflexion solaire)

VI - EXEMPLES DE REALISATIONS

PERFORMANCE
ENERGETIQUE
DU BATI EXISTANT



ISOLATION THERMIQUE EXTERIEURE (ITE)

CAS DU BATI HAUSSMANNIEN

Une grande part de l'urbanisme parisien, notamment la période haussmannienne, repose sur l'emploi de la pierre de taille calcaire. Cette pierre est sculptée et orne les façades sur rue. A l'inverse les façades sur cour sont souvent sans écriture architecturale particulière, façades simples en plâtre ou en brique. Cette configuration courante offre souvent des perspectives à l'isolation extérieure sur cour et généralement peu sur rue. Dans l'exemple de ce bâtiment de copropriété rue des Filles-du-Calvaire, Paris 11^e, la façade sur cour a fait l'objet d'une isolation thermique extérieure, cette isolation apporte une plus-value énergétique forte au bâtiment puisqu'elle est mise en œuvre sur cour sur les façades les plus déperditives du bâtiment. Un soin particulier est accordé aux garde-manger qui sont préservés et intégrés à l'isolation thermique.

CAS D'UN BATIMENT DU FAUBOURG

Les murs de bâtiments de type faubourien nécessitent un examen préalable à une isolation thermique par l'extérieur, afin d'identifier ou de prévenir d'éventuels désordres. Le matériau retenu pour l'isolation doit garantir la bonne perspiration du mur, sa capacité à ne jamais s'opposer à la diffusion de la vapeur d'eau en son sein. Les matériaux d'isolation biosourcés, associés par exemple à un enduit de parement à base de chaux, présentent ces propriétés.

REPARTITION PAR BETON DE CHANVRE

Les bâtiments anciens en ossature bois sont très répandus à Paris. Ils ont été réalisés à Paris jusqu'au début du XX^e siècle. De façon générale, les matériaux de remplissage des structures bois ne jouent pas de rôle structurel (il s'agit souvent de moellons calcaires hourdés au plâtre), il est donc théoriquement possible de « vider » les pans de bois de leurs matériaux de remplissage à des fins d'isolation thermique, notamment grâce à des bétons de chanvre. Le béton de chanvre est alors coffré de façon à noyer la structure du bâtiment. L'épaisseur est alors suffisante pour permettre aux murs l'atteinte de performances thermiques comparables à celle des isolations « conventionnelles » avec en plus un gain notable sur la régulation hygrothermique des locaux.



CORRECTION THERMIQUE

EMPLOI D'UN ENDUIT ISOLANT

La réfection des enduits est une pratique courante à Paris. Les enduits protègent les parties structurelles des intempéries, leur réfection fait partie de l'entretien courant des façades parisiennes. Quand l'isolation extérieure n'est pas possible pour des raisons patrimoniales (cf. article UG11), le remplacement d'un enduit existant par un enduit isolant naturel (par exemple un enduit chaux-chanvre) est une pratique qui apporte un bénéfice thermique appréciable (bien qu'inférieur à celui d'une isolation conventionnelle).

Les enduits isolants naturels ont des propriétés hygrométriques compatibles avec celles des constructions parisiennes en pans de bois, à l'inverse des enduits au ciment de portland qui forme une coupure hygrométrique, source de pathologie pour ce type de bâtiment.

La photographie illustre un bâtiment du Marais pour lequel l'enduit a été pioché avant réfection.



Bâtiment du Marais

ISOLANT INAPPROPRIÉ

Les matériaux d'isolation employés dans le bâti existant doivent posséder des propriétés physiques (notamment hygrométriques) compatibles avec les matériaux de construction. La non-application de ce principe conduit au développement de pathologies dans le bâti parfois dommageables pour l'intégrité structurelle de l'édifice.

La photo présente l'emploi d'un isolant réfléchissant sur le mur d'un bâti ancien, cette pratique est proscrite car cet isolant est totalement étanche à la vapeur d'eau, le risque de développement de pathologie est ici conséquent.

Il est également rappelé que les matériaux dit « isolants minces » ne sont pas considérés comme des isolants à part entière par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (plus d'informations sur le [site](#) du CSTB). Pour l'isolation des façades, il n'est donc pas conseillé de les employer seuls, et ce quelle que soit la nature des matériaux de construction du bâtiment.



VEGETALISATION DES ESPACES LIBRES ET DU BATI

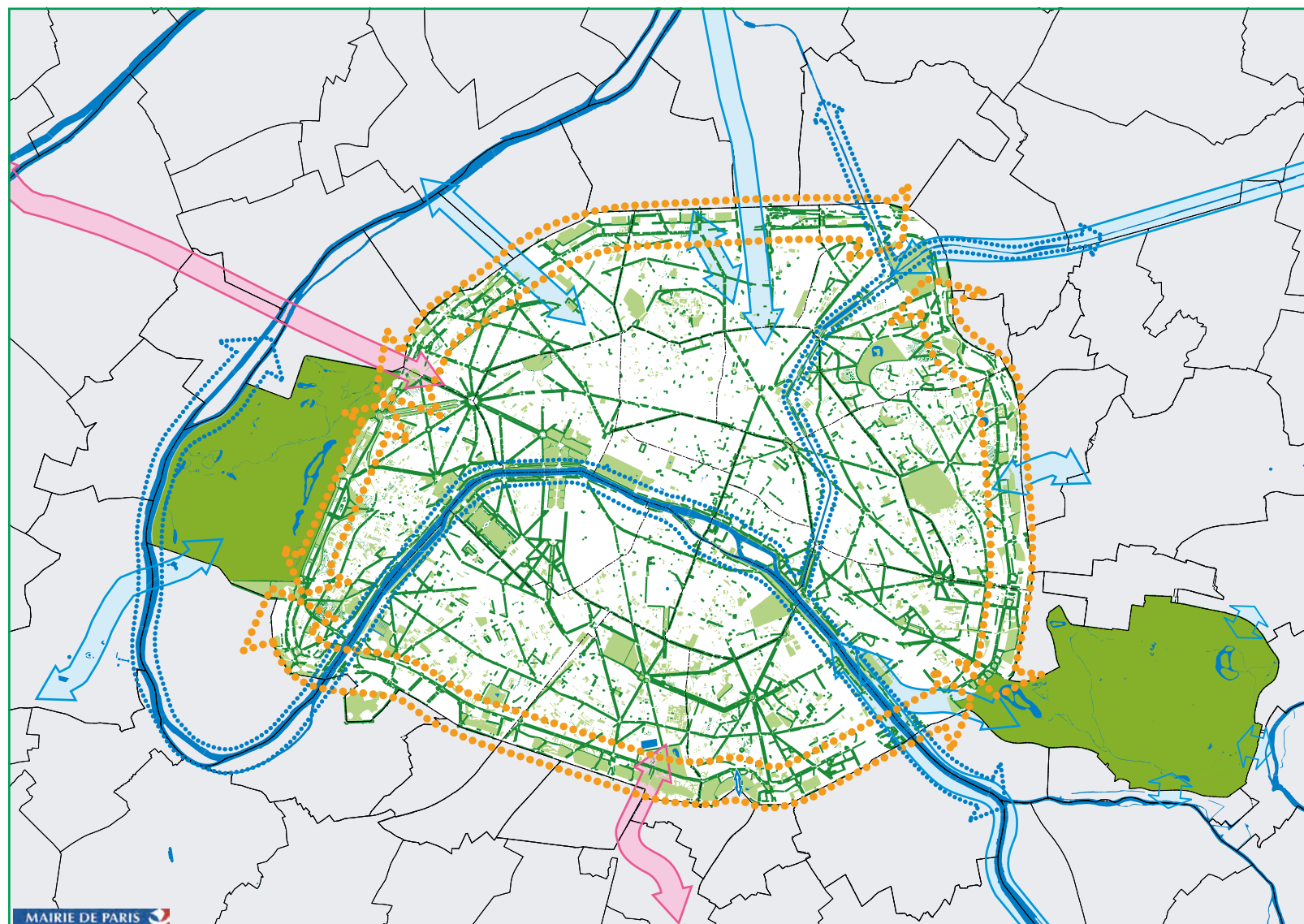
Dans le cadre de projets de constructions neuves, et à l'occasion de certains travaux soumis à autorisation d'urbanisme, en zone urbaine (UG et UGSU), le PLU de Paris intègre des dispositions favorisant la végétalisation des parcelles. L'activité d'agriculture urbaine est, elle aussi, encouragée.

Ce chapitre présente, d'une part, les dispositions relatives aux espaces libres et, d'autre part, celles spécifiques à la végétalisation du bâti (murs et toitures) et à l'agriculture urbaine.

Il est précisé, le cas échéant, lorsque la règle concerne uniquement les constructions neuves ou les travaux sur du bâti existant.








Ce chapitre intègre des extraits des articles UG 13, UG 6.1 et UG 10.1 (sur fond bleu).






ORIENTATIONS D'AMENAGEMENT ET DE PROGRAMMATION EN FAVEUR DE LA COHERENCE ECOLOGIQUE

LEGENDE

-  Préserver et renforcer les réservoirs de biodiversité des Bois, tout en maintenant leur vocation multifonctionnelle
-  Préserver la Seine, seul réservoir de biodiversité continu à l'échelle parisienne, et les autres cours et plans d'eau ; Reconquérir les berges et les corridors alluviaux, tout en garantissant leur accès au public
-  Pérenniser les espaces verts et de loisirs, en renforçant leur biodiversité
-  Relier les espaces verts et de loisirs, et diffuser la biodiversité
-  Préserver les continuités écologiques d'intérêt régional
-  Relier les espaces verts et de loisirs d'intérêt régional
-  Préserver et mettre en valeur la couronne, principal lieu d'interconnexion du territoire parisien avec les continuités écologiques franciliennes

DU-SDER-BDG 12/02/15

INFORMATION PREALABLE

Les projets soumis à autorisation doivent être compatibles avec les Orientations d'Aménagement et de Programmation en faveur de la cohérence écologique. A cet effet, le cas échéant, les pétitionnaires pourront trouver des informations utiles dans les rubriques  des pages qui suivent.

II - QUALITE DES ESPACES VEGETALISES

VEGETALISATION
DES ESPACES LIBRES
ET DU BATI



Extrait du
PLU

Pour assurer la qualité paysagère et écologique des espaces végétalisés, une attention particulière doit être apportée à leur surface, leur configuration (géométrie, localisation sur le terrain, limitation du fractionnement), le traitement de leur sol, la qualité de la terre, les conditions de développement de leurs plantations et la diversité des strates végétales et des espèces plantées.

Une végétation de qualité joue en ville de nombreux rôles bénéfiques : embellissement du paysage, amélioration de la qualité de vie, préservation de la biodiversité, amélioration de la gestion des eaux de pluie, rafraîchissement local en été, captation du carbone et de certains gaz polluants, fixation de microparticules, production alimentaire...

Le PLU traduit cet objectif de qualité dès la présentation de l'article 13, avec une disposition sur la conception des espaces végétalisés.

Ce qui est
OBLIGATOIRE

La conception doit prendre en compte les critères qualitatifs listés au règlement. Les éléments fournis par le pétitionnaire doivent permettre d'apprécier la qualité paysagère et écologique du projet.

Ce qui est
CONSEILLÉ

1 Pour la végétalisation des espaces libres :

- Tenir compte de l'état de la biodiversité des espaces existants.
- Privilégier la pleine terre* et limiter les revêtements minéraux, afin notamment de permettre des plantations, de favoriser la biodiversité et d'infiltrer les eaux pluviales à la parcelle.
- Concevoir un traitement de qualité associant les trois strates de plantations (arbres, arbustes, herbacées), voire un milieu aquatique (mare, noue...) et un dispositif minéral (gabions, interstices...) afin de favoriser la biodiversité. Il est également recommandé d'apporter un soin particulier aux revêtements minéraux, dans leur aspect et dans le choix des matériaux adaptés (circulations de desserte, aires d'évolution, cheminements piétons...).
- Assurer la survie des végétaux en prévoyant un apport en eau suffisant. Il est conseillé de privilégier la réutilisation des eaux de pluie.

Ce qui est

CONSEILLE

2 Pour la végétalisation du bâti (plantation au sol ou sur support) :

Des recommandations spécifiques sont consultables dans le « Guide des toitures végétalisées et cultivées », ainsi que les fiches relatives à « La végétalisation verticale », accessibles sur paris.fr.

3 Pour le choix des espèces végétales :

Il est conseillé de privilégier les espèces natives de la région Île-de-France, répertoriées notamment dans la liste des plantes régionales recommandées d'Île-de-France, accessible sur paris.fr, et dans le « Catalogue de la flore vasculaire d'Île-de-France ». Pour les arbres, dont la durée de vie est plus longue, il est conseillé de privilégier des espèces adaptées à la chaleur et résistant aux épisodes de sécheresse.

A NOTER : La plantation de sujets présents sur la liste des espèces envahissantes est à proscrire.

Pour aller
PLUS LOIN

Il est conseillé d'appréhender les espaces végétalisés comme des écosystèmes, et donc de tenir compte dans leur conception :

- de l'environnement dans lequel ils s'insèrent (bruit, pollution...), et en particulier s'ils peuvent jouer un rôle dans la trame verte et bleue (exemple : réservoir de biodiversité) ;
- des services attendus, en particulier des espèces (faune et flore) qu'ils sont susceptibles d'accueillir ;
- des besoins d'entretien, notamment en permettant leur accès et en favorisant une gestion écologique (exemple : sans produits phytosanitaires).

Le pétitionnaire pourra rechercher l'obtention de certifications ou de labels relatifs à la biodiversité (exemples : HQE®, Biodivercity®, Effinature®...).

ENTRETIEN DES VEGETAUX

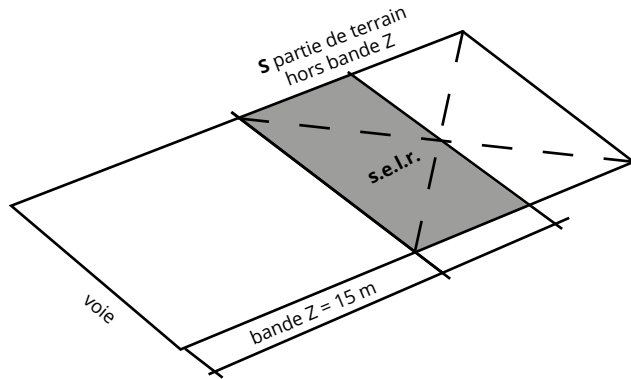
Pour des éléments qualitatifs sur l'entretien des végétaux, il est conseillé de se référer au Cahier « Végétalisation des cours et jardins privés », collection « Habiter durable » sur paris.fr.



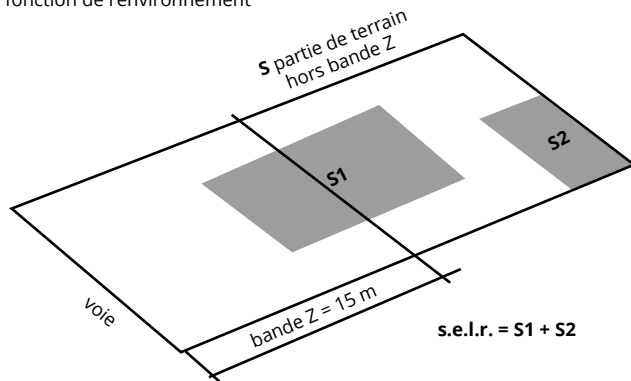
Mur végétalisé, cour pavée rue de Montreuil, Paris 11^e

Mairie de Paris, DU, Christophe Jacquet

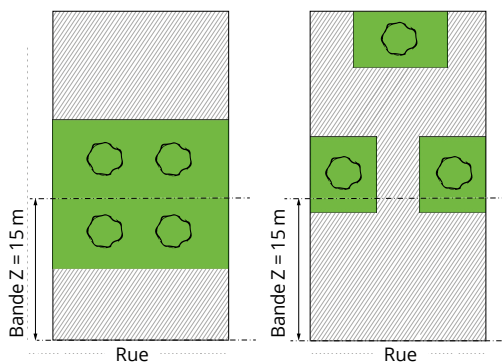
CALCUL DE LA SURFACE D'UN ESPACE LIBRE



Possibilité de répartition des espaces libres réglementaires (s.e.l.r.) sur le terrain en fonction de l'environnement



COMPARAISON ENTRE UN ESPACE LIBRE D'UN SEUL TENANT ET UN ESPACE LIBRE FRAGMENTE



III-1 - DIMENSIONNEMENT

Extrait du
PLU

Sur tout terrain dont la profondeur est supérieure à celle de la bande Z*, les espaces libres, situés ou non dans la bande Z, doivent présenter une surface au sol au moins égale à 50% de la superficie S correspondant à la partie du terrain située hors de la bande Z.

Dans le cas de constructions neuves sur des parcelles possédant une profondeur supérieure à la bande Z* - c'est-à-dire 15 mètres depuis la rue - le PLU de Paris impose des minimums de surfaces d'espaces libres.

A NOTER : Pour les travaux sur du bâti existant ou conservant la majeure partie du bâti existant, il est rappelé que les espaces libres doivent également faire l'objet d'un traitement de qualité, les travaux ne devant pas diminuer la surface végétalisée pondérée* calculée sur l'ensemble du terrain.

Ce qui est
OBLIGATOIRE

Les espaces libres de la parcelle doivent couvrir une superficie d'au moins 50% de la partie du terrain hors bande Z. La figure ci-contre illustre les modalités de calcul.

Cette disposition n'est pas obligatoire dans un certain nombre de cas prévus à l'article UG 13.1.2 du règlement (terrains occupés par des CINASPIC, terrain ou parties de terrain enjambant ou surplombant une voie ou une voie ferrée).

Ce qui est
CONSEILLÉ

Il est conseillé d'apporter une attention particulière à la conception des espaces libres (configuration, unité...).

Il est conseillé, dans la mesure du possible, d'éviter la fragmentation des espaces végétalisés qui peut nuire à la qualité écologique et au potentiel de plantation d'arbres.

III-2 - SURFACES VEGETALISEES

Extrait du
PLU

Le terrain doit comprendre après travaux :

- une surface S_a au moins égale à 20% de la superficie S , obligatoirement en pleine terre* ;
- une surface complémentaire S_b au moins égale à :
 - 10% de la superficie S sur les terrains situés dans le Secteur de mise en valeur du végétal* ;
 - 15% de la superficie S sur les terrains situés dans le Secteur de renforcement du végétal*.

Cette surface complémentaire doit être réalisée prioritairement en pleine terre. A défaut, elle peut être remplacée par une Surface végétalisée pondérée* de même valeur minimale.

- une surface végétalisée pondérée supplémentaire S_c au moins égale à 10% de la superficie S . [...]

La qualité écologique des espaces libres dépend en partie de la qualité du sol, à laquelle contribuent les aménagements en pleine terre*. Le PLU traduit cet objectif de qualité par des obligations sur l'usage de la pleine terre avec des surfaces minimales à prévoir.

Ce qui est

OBLIGATOIRE

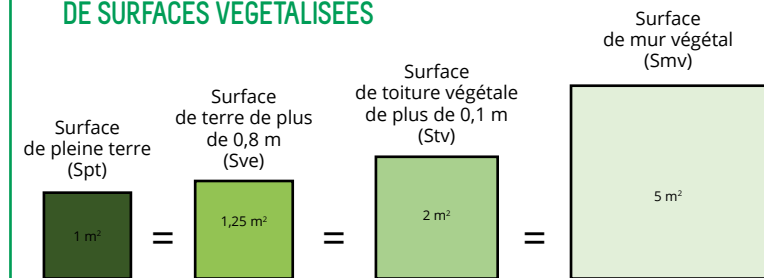
Le pétitionnaire doit produire trois types de surfaces S_a , S_b , et S_c , dont la somme vaut au minimum 40% ou 45% des espaces hors bande Z^* , et où l'usage de la pleine terre est décliné selon trois niveaux d'exigences. Les 5 à 10% restant peuvent être aménagés librement.

Pour la S_b , les cas d'impossibilité technique d'aménagement en pleine terre sont définis à l'article 13.1.2.2. Ils concernent uniquement les terrains présentant au moins une des caractéristiques suivantes : existence de sols artificiels, réalisation de sols artificiels au-dessus d'ouvrages publics d'infrastructure, incompatibilité des caractéristiques géophysiques du sous-sol.

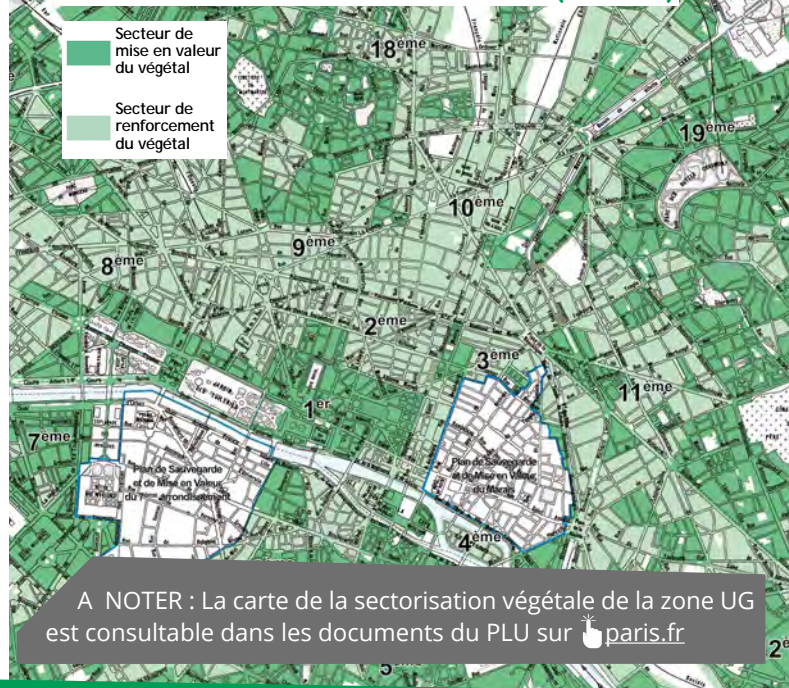
CALCUL DES SURFACES MINIMALES S_a , S_b , S_c

s.e.r.l.		
a	b	c
20% S pleine terre	10 ou 15% S pleine terre (à défaut S_{vp}^*)	10% S_{vp}^* aménagement libre

CALCUL DE LA SURFACE S_{vp} - EQUIVALENCE ENTRE LES DIFFERENTES NATURES DE SURFACES VEGETALISEES

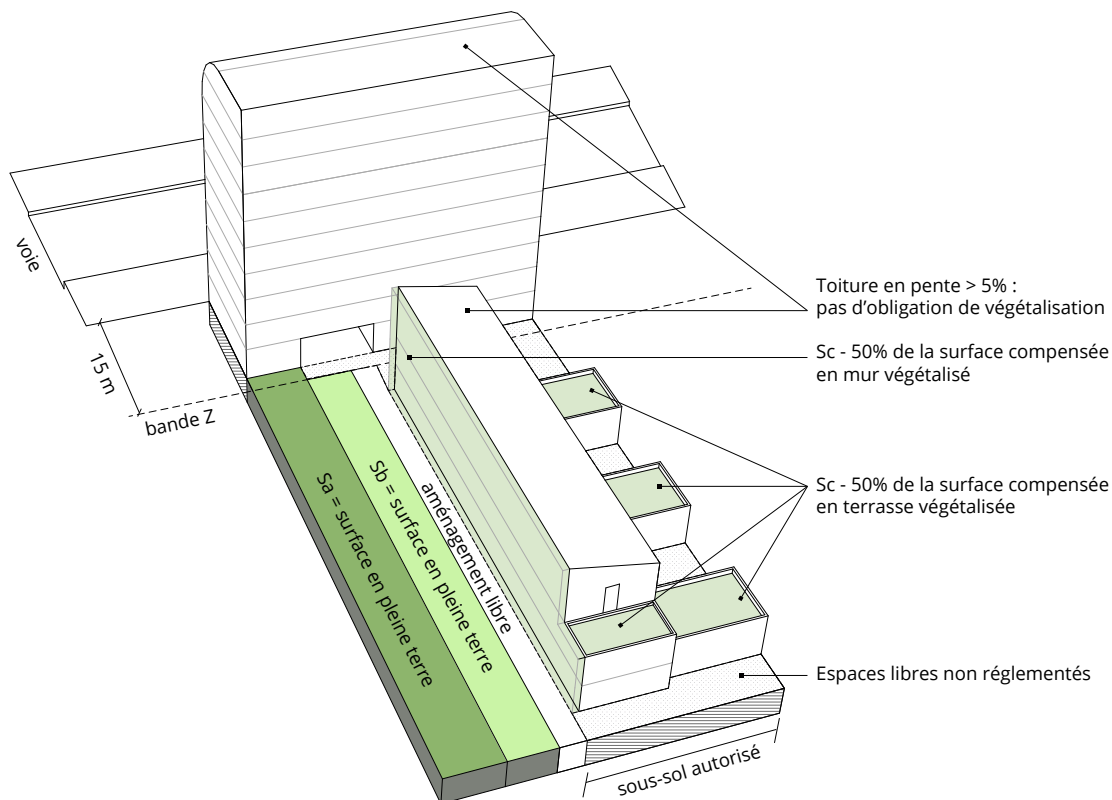


SECTORISATION VEGETALE DE LA ZONE UG (EXTRAIT)



EXEMPLE DE PROJET ET DE REPARTITION DES SURFACES VEGETALISEES

Article UG. 13.1.2.1
Exemple d'application des s.e.l.r.



Surface parcelle : 1950 m²
Surface espace libre : 1500 m²
s.e.l.r. : 750 m²
Sa (40% de s.e.l.r.) : 300 m²
Sb (30% de s.e.l.r.) : 225 m²

Sc (20% de s.e.l.r.) : 150 m² de pleine terre compensés par deux dispositifs :
150 m² de terrasse végétalisée et 375 m² de mur végétalisé valant chacun 75 m²
de pleine terre aménagement libre (10% de s.e.l.r.) : 75 m²

APUR

La suite de l'article ci-contre donne les règles de calcul de la surface de végétalisation pondérée* (Svp). Celle-ci peut être traitée indifféremment en pleine terre*, en un sol sur dalle comportant au moins 0,80 mètre de terre, en une toiture végétale comportant un substrat d'au moins 0,10 mètre d'épaisseur, ou encore en un mur végétalisé.

Comme les trois derniers choix ne sont pas équivalents à la pleine terre, une règle de pondération (dite par des « coefficients de biotope ») est alors appliquée aux surfaces que l'on substitue à la pleine terre selon la nature des dispositifs :

- 0,8 pour les surfaces situées au sol et comportant une épaisseur de terre d'au moins 0,80 mètre, couche drainante non comprise (Sve) ;
- 0,5 pour les surfaces de toitures et terrasses végétalisées comportant un substrat d'au moins 0,10 mètre d'épaisseur, couche drainante non comprise, ou autorisant l'installation d'une agriculture urbaine présentant une capacité de rétention d'eau au moins équivalente (Stv) ;
- 0,2 pour les surfaces de murs aménagés pour être végétalisés (Smv).

Ce qui est CONSEILLÉ Pour des éléments qualitatifs sur la végétalisation des espaces libres, il est conseillé de se référer aux documents cités dans la partie « Qualité des espaces végétalisés ».

III-3 - PLANTATIONS D'ARBRES

Extrait du
PLU

Les arbres existants situés hors de la bande Z doivent être maintenus ou remplacés dans les conditions énoncées à l'article UG.13.2.2, sauf lorsque le caractère du bâti (cours pavées ou minérales...) est incompatible avec la végétalisation des espaces libres ou si leur quantité ou leur disposition sur le terrain rend impossible leur développement convenable sur la surface règlementaire des espaces libres qui résultent de l'application du présent article UG.13.*

En complément des dispositions générales de l'article 13 sur la qualité des espaces végétalisés, le PLU intègre des dispositions spécifiques visant à protéger les arbres existants dans les espaces libres (hors bande Z*).

Ce qui est

OBLIGATOIRE

Lorsque le projet nécessite d'abattre les arbres existants ou que le pétitionnaire en décide ainsi pour des raisons qui lui sont propres (arbre malade, racines causant des désordres sur le bâti...), les arbres hors bande Z doivent être remplacés par de nouvelles plantations en respectant les modalités suivantes détaillées à l'article 13.2.2 :

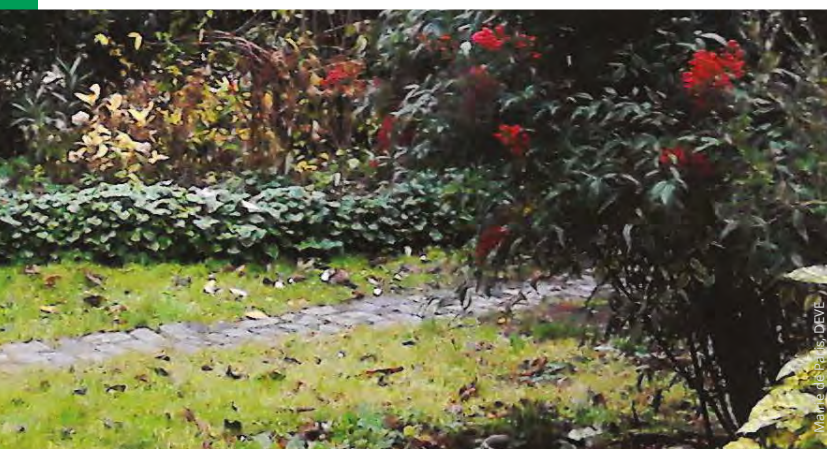
- respect du caractère et de la configuration des espaces libres ;
- respect de la vocation des espaces libres ;
- prise en compte des données techniques liées à l'écologie du milieu ;
- choix et conditions d'implantation des arbres à grand, moyen et petit développement (en particulier les distances minimales de plantation).

Il y a deux cas dérogatoires à ces obligations :

- lorsque que le caractère du bâti (cours pavées, minérales...) est incompatible avec la végétalisation des espaces libres (uniquement hors Secteurs de Maisons et Villas) ;
- lorsque que la quantité d'arbres ou leur disposition sur le terrain rend impossible leur développement convenable sur la surface règlementaire des espaces libres.



8 rue des Boulangers, Paris 5^e

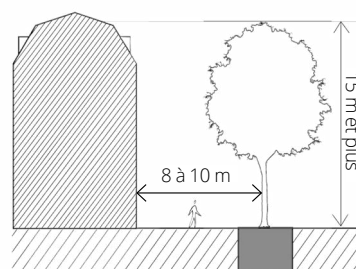


Ce qui est
CONSEILLÉ

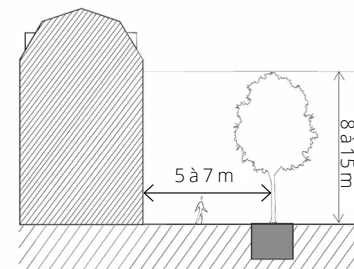
Il est conseillé de diagnostiquer l'état phytosanitaire des arbres et d'évaluer leur caractère patrimonial, ainsi que leurs qualités écologiques. Pour les vieux arbres, des protections particulières peuvent être envisagées afin de prolonger leur durée de vie. Pour le choix des espèces des nouveaux sujets, il est préférable de favoriser des espèces variées, et résistantes aux épisodes caniculaires.

LES ARBRES A GRAND, MOYEN ET PETIT DEVELOPPEMENT

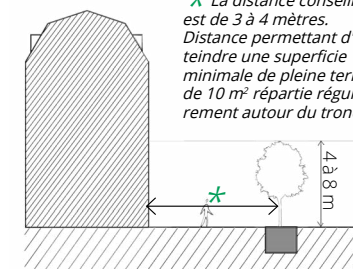
Arbre à grand développement



Arbre à moyen développement



Arbre à petit développement



★ La distance conseillée est de 3 à 4 mètres. Distance permettant d'atteindre une superficie minimale de pleine terre de 10 m² répartie régulièrement autour du tronc.

Pour aller
PLUS LOIN

La Mairie de Paris offre des arbres aux Parisiens qui désirent participer à l'accroissement du patrimoine arboré de la capitale, dans le cadre de l'opération « Un arbre dans mon jardin » (conditions sur paris.fr), sous réserve que ces arbres ne viennent pas en remplacement d'arbres abattus ou à abattre, mais en complément des arbres existants.

Les bénéficiaires signent une charte avec des engagements sur le bon entretien du(des) arbre(s) reçu(s) :

- ➔ entretenir les arbres (arrosage, taille) en ayant recours à des méthodes de gestion « écologiques » et permettre leur bon développement. L'utilisation de produits phytosanitaires est strictement interdite. Si nécessaire, le signataire pratiquera des tailles raisonnées de l'arbre et veillera à valoriser sous forme de compost ou de broyat les feuilles et produits issus de la taille ;
- ➔ suivre leur état de santé en surveillant l'apparition de maladies ;
- ➔ remplacer la(les) plantation(s) en cas de dépérissement.

ENTRETIEN DES ARBRES

Il est conseillé de se référer aux fiches conseils relatives aux arbres et à leur entretien, sur paris.fr.

IV-1 - VEGETALISATION DES MURS

Extrait du
PLU

Sauf disposition graphique contraire, la partie verticale de la façade de toute construction à édifier en bordure de voie doit être implantée à l'alignement ou à la limite de fait de la voie (voir dispositions générales applicables au territoire couvert par le PLU, § IV).

Toutefois :

→ [...]

→ *Un retrait réduit à la stricte largeur nécessaire est à privilégier pour assurer l'enracinement des plantes destinées à végétaliser une façade, dans les mêmes conditions qu'à l'alinéa précédent.*

La construction des bâtiments à l'alignement est la règle générale. Par dérogation à l'article 6, pour un nouvel édifice ou une reconstruction, le PLU autorise le retrait d'alignement au bénéfice d'une végétalisation verticale de la façade sur rue, dans la limite de la largeur nécessaire pour assurer l'enracinement des plantes grimpantes.

A NOTER : Ce retrait est à prendre en compte dans le calcul des espaces libres.

Ce qui est

CONSEILLÉ

Il est conseillé de prévoir une végétalisation prioritairement des murs pignons, et plus généralement des parois verticales réunissant des conditions favorables au développement du végétal (bonne exposition, entretien aisé...) et contribuant au confort thermique du bâtiment.

L'opportunité de végétaliser les façades sur rue, et ses modalités (en saillie ou en retrait) pourront être étudiées au regard de considérations multiples relatives à l'architecture et au paysage, aux services écologiques (biodiversité, rafraîchissement...), ainsi qu'aux caractéristiques propres du bâti (fondations, revêtements...).

CONCEPTION TECHNIQUE

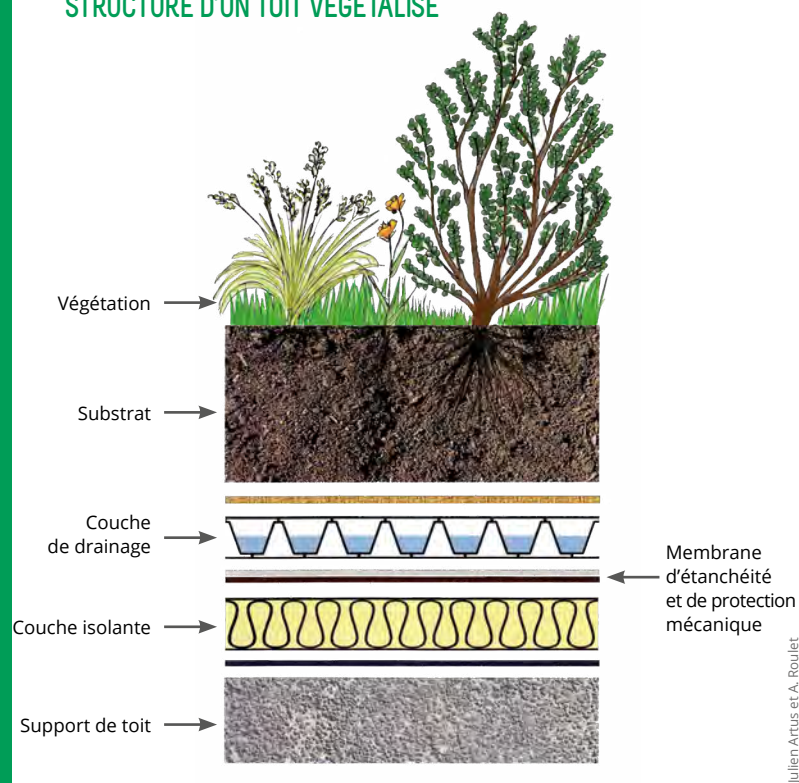
Il est conseillé de consulter les fiches conseils relatives à « La végétalisation verticale » sur paris.fr.

A NOTER : La végétalisation des murs est également conseillée dans le cas de rénovation thermique de bâtiments existants (cf. chapitre « Performance énergétique du bâti existant »).



Végétalisation verticale, rue Bichat, Paris 10°

STRUCTURE D'UN TOIT VEGETALISE



IV-2 - VEGETALISATION DES TOITURES

Extrait du
PLU

Dans le cas de constructions nouvelles ou de surélévations de bâtiments existants et sauf impossibilité liée à la préservation du patrimoine, à l'insertion dans le cadre bâti environnant ou à la sécurité, toute toiture plate (pente inférieure ou égale à 5%) dégageant une surface supérieure à 100 m² hors installations techniques doit être végétalisée en complémentarité ou superposition d'autres dispositifs économisant l'énergie ou produisant de l'énergie renouvelable susceptibles d'être installés.

Les toitures végétalisées, qu'elles soient irriguées ou non, peuvent avoir pour effet d'améliorer le confort thermique des derniers étages des bâtiments. De plus, la végétalisation des toitures constitue une bonne protection mécanique qui contribue largement à accroître la pérennité des revêtements d'étanchéité des toitures, sous réserve de la mise en place d'une protection anti-racinaire. Une toiture végétale constitue également un équipement de récupération des eaux de pluie.



Ce qui est
OBLIGATOIRE

La végétalisation des toitures est imposée pour les toitures dont la pente est inférieure à 5% et dont la surface de toit supérieure à 100 m² (hors installations techniques). Dans ce cas l'ensemble des surfaces libres en toiture devra être végétalisé.

L'obligation de végétalisation porte sur deux critères qui doivent se cumuler :

- ➔ critère de pente : sont concernées toutes les toitures dont la pente est inférieure à 5% (qu'il s'agisse de « toitures plates » ou « toitures terrasses ») ;
- ➔ critère de surface : les 100 m² déclenchant l'obligation concernent la portion de toiture libre de toute installation technique, hors installations de production ou économie d'énergie.

La végétalisation en toiture ne doit pas être opposée, ni mise en concurrence avec les projets de production ou d'économie d'énergie, eux-mêmes faisant l'objet d'obligations (cf. article 15). Le PLU permet ainsi l'occupation des surfaces de toiture par répartition complémentaire ou par superposition.

Ce qui est CONSEILLÉ

Lors de la végétalisation de la toiture, il est conseillé d'anticiper le futur fonctionnement de la toiture (accès aux relevés d'étanchéité, circulations liées à l'exploitation, etc.) en prévoyant certains aménagements. L'accès par un escalier est fortement conseillé lorsque les activités prévues induisent des accès fréquents.

Il est conseillé de développer une végétation de type prairie rustique ou semi naturelle permettant de varier les strates végétales et de favoriser la biodiversité. La végétalisation extensive de type sedum uniquement est à éviter, sauf en cas d'intervention sur un bâtiment existant avec une portance limitée.

La combinaison de la végétation en superposition avec les installations photovoltaïques est recommandée, car elle s'avère à la fois bénéfique aux plantes et aux panneaux solaires. Les plantes et le substrat permettent le rafraîchissement de l'arrière des panneaux par leur évaporation, ce qui réduit les pertes de rendement énergétique. Les cellules photovoltaïques perdent en efficacité dès que leur température dépasse les 25°C. Les panneaux solaires, quant à eux, procurent de l'ombre et de l'humidité aux plantes.

Extrait du
PLU

L'accessibilité par les habitants des terrasses végétalisées doit être privilégiée.

L'aménagement des toitures par de la végétalisation, par de l'agriculture et / ou par des installations de production d'énergie peut favoriser l'appropriation de ces espaces par les habitants. C'est pourquoi les projets doivent privilégier leur accessibilité, et pas uniquement pour l'entretien.

Ce qui est CONSEILLÉ

Il est conseillé, dans la mesure du possible, de réaliser un escalier d'accès aux toitures végétalisées pour en assurer l'entretien et les éventuelles réparations. Les conditions d'accessibilité des toitures par les habitants dépendront des surcharges admissibles, des modalités d'accès et des règles de sécurité applicables.

CONCEPTION TECHNIQUE

Il est conseillé de consulter le « Guide des toitures végétalisées et cultivées » sur paris.fr.



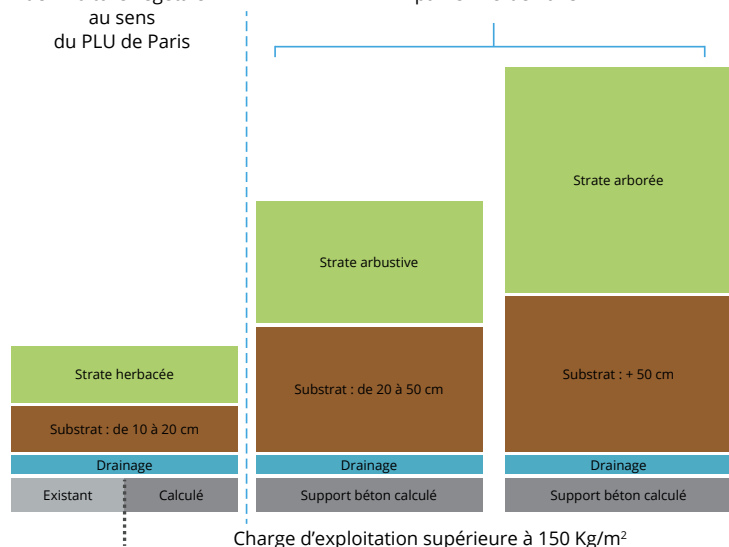
A NOTER : Les édicules d'accès aux toitures, permettant la mise en œuvre et l'entretien de leur végétalisation peuvent être autorisés conformément aux articles UG.10.1.4 (bâtiments existants uniquement), UG.11.2.1.4 et UG.11.1.3.3 sous réserve d'insertion harmonieuse dans le cadre urbain environnant.

Toiture du centre médical Robert-Doisneau, rue René-Clair, Paris 18^e

SCHEMA DES RELATIONS ENTRE CHARGE D'EXPLOITATION, EPAISSEUR DU SUBSTRAT ET NATURE DE LA STRATE VEGETALE ASSOCIEE

Typologie de
toiture conforme
à la qualification
de « Toiture végétale »
au sens
du PLU de Paris

Typologie de
toitures végétales
recommandées
par le PLU de Paris



APUR, d'après les études de l'ADIVET, du CSTB et du MINHN

Extrait du
PLU

Le socle de substrat doit être adapté aux plantations choisies afin de permettre leur développement et leur maintien dans la durée et de limiter la gestion et l'entretien, l'utilisation d'eau et d'intrants, et de participer pleinement au rafraîchissement urbain.

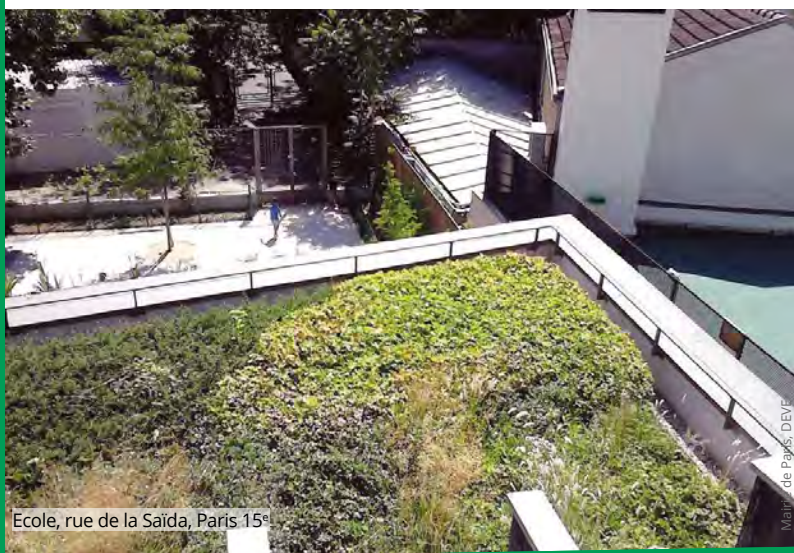
Les toitures végétalisées doivent comporter une épaisseur de substrat d'au moins 0,10 mètre, couche drainante non comprise, ou autorisant l'installation d'une agriculture urbaine présentant une capacité de rétention d'eau au moins équivalente.

La pérennité d'une toiture végétalisée et le choix de la gamme végétale dépendent des conditions climatiques (ensoleillement, sécheresse, pluie, vent) mais aussi beaucoup du sol et du substrat (épaisseur et qualité). La composition du substrat, ainsi que ses propriétés physiques, chimiques et biologiques ont une influence directe sur le développement de la végétation et sur la capacité de rétention en eau du toit. Il doit présenter une bonne stabilité structurale et être capable de fixer les éléments nutritifs utiles aux végétaux.

En complément des dispositions générales de l'article 13 sur la qualité des espaces végétalisés, le PLU intègre des dispositions spécifiques sur l'épaisseur de substrat, afin de favoriser la pérennité des aménagements végétalisés et d'améliorer leurs services rendus.

Ce qui est
OBLIGATOIRE

Pour qu'une toiture soit comptabilisée comme végétalisée au titre du PLU, il est obligatoire d'y installer un substrat de culture de 10 cm d'épaisseur minimum (couche drainante non comprise).



Ecole, rue de la Saïda, Paris 15^e

Maître de Paris DÉVELOPPEMENT

Ce qui est CONSEILLÉ

Les substrats contiennent généralement 10% à 30% (volumique) de matières organiques (nutriments), un maximum de 15% d'argiles et de limons pour la rétention en eau et 55 à 75% de matières minérales autres, offrant une granulométrie variée favorisant le drainage, l'ancrage des racines et le développement des végétaux, tout en présentant une masse volumique inférieure à celle de la terre végétale.

Il est conseillé de privilégier des substituts à la tourbe et à la pouzzolane (ressources naturelles non renouvelables), par exemple : compost, terreau de feuilles, billes d'argile, concassage de brique, etc.

Concernant le choix des végétaux, une végétation présentant une hauteur de feuillage de 10 cm à 30 cm et une hauteur de floraison de 10 cm à 50 cm est favorable à la nutrition des insectes pollinisateurs et floricoles et des oiseaux granivores et insectivores. Elle représente un lieu de vie (passage, repos, habitat) pour les insectes.

Pour aller PLUS LOIN

Il est conseillé, lorsque cela est faisable, d'aller au-delà des 10 cm de substrat. En effet, l'augmentation de l'épaisseur du substrat permettra d'améliorer davantage les services écologiques de la toiture végétalisée, et notamment :

- la diversité des strates végétales (herbacées, arbustives, arboricoles) et donc la biodiversité (installation de plantes de prairies sèches, de plantes vivaces, de graminées, d'annuelles, de plantes de rocaille et de petites plantes bulbeuses caractéristiques des milieux secs à moyennement secs) ;
- les capacités de rétention d'eau (10 cm de substrat n'apporte qu'un abattement de la lame d'eau de 8 mm), variable par ailleurs selon les saisons (cf. chapitre « Gestion des eaux pluviales ») : et donc l'effet de rafraîchissement et d'isolation pour les étages inférieurs.

A NOTER : L'augmentation de l'épaisseur du substrat se traduit par une augmentation des charges en toiture que devra supporter la structure porteuse du bâtiment.

Il est intéressant de favoriser la végétation spontanée qui est à la fois un atout écologique et économique. Il est également conseillé de mettre en place des espèces choisies en fonction des conditions de développement (plantes de prairies sèches, plantes vivaces, graminées, annuelles, plantes de rocaille et petites plantes bulbeuses caractéristiques des milieux secs à moyennement secs) et des conditions d'usage.

Il est enfin conseillé de s'inspirer des associations de plantes des milieux naturels aux caractéristiques similaires à celles du toit en question.

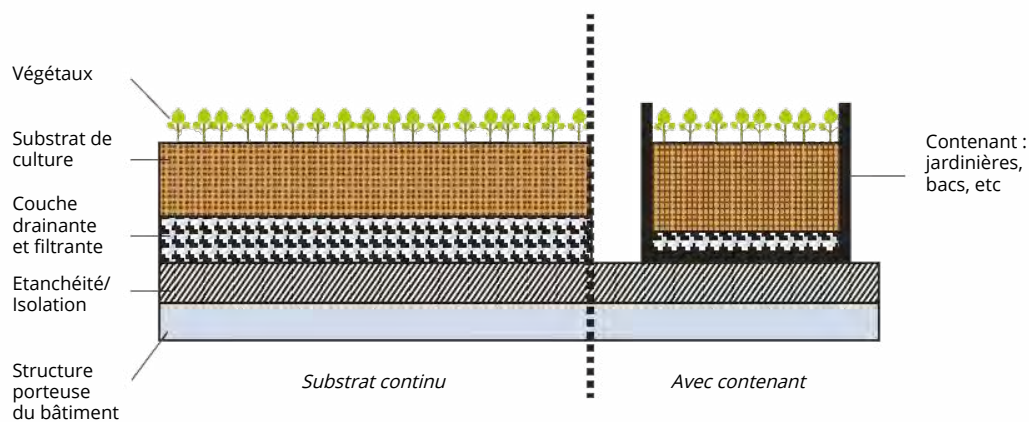


PRINCIPE DE MISE EN ŒUVRE D'UN SUBSTRAT D'ÉPAISSEUR VARIABLE EN TOITURE



APUR, d'après Bremelisen

COUPE TYPE DE TOITURE VEGETALISEE



Source Guide des toitures végétalisées et cultivées

IV-3 - AGRICULTURE SUR TOITURES

Extrait du
PLU

Pour toute toiture terrasse supérieure à 500 m², le substrat doit permettre de reproduire au mieux les qualités des sols naturels ou permettre l'installation d'une agriculture urbaine en toiture.

Pour les grandes toitures, l'obligation de végétalisation est complétée par des exigences sur la nature des substrats, afin de favoriser des usages similaires à de la pleine terre*.

- OBLIGATOIRE** Ce qui est attendu des éléments permettant d'apprécier l'une des dispositions suivantes :
- ➔ disposition qualitative : s'approcher des qualités des sols naturels (matériaux naturels, composition et granulométrie variées), c'est-à-dire reproduisant au mieux de leurs caractéristiques physiques et biologiques ;
 - ➔ disposition fonctionnelle : permettre la pratique de l'agriculture urbaine.

Pour aller PLUS LOIN

1 Pour renforcer et enrichir la biodiversité du territoire parisien :

Il est conseillé de chercher à reconstituer, par le substrat, des milieux naturels disparus de l'agglomération parisienne, liés à la plaine alluviale, aux coteaux ou aux plateaux, par exemple :

- Faire varier les épaisseurs de substrats sur une même toiture afin de pouvoir développer différentes strates (entre 10 cm et 1 m d'épaisseur de substrat). La faune du sol, essentielle à l'équilibre de l'ensemble de la toiture, sera d'autant plus riche qu'elle trouvera, sur une même toiture, des zones sèches et chaudes (faible épaisseur de substrat), et des milieux frais et humides dans les zones de substrat plus profonds.

A NOTER : Au droit des murs et poteaux porteurs, la charge est directement reprise par les éléments porteurs, l'épaisseur du substrat peut donc être augmentée considérablement.

- Faire varier les types de substrats (terre végétale, substrat pierreux, sableux...) pour augmenter la diversité des habitats et donc la diversité des espèces.
- Intégrer des éléments diversifiant le milieu : bois mort non traité (favorable la faune et aux champignons), pierrier (favorable aux mousses, plantes et animaux inféodés aux milieux minéraux).
- Mettre en œuvre des milieux humides permanents et / ou temporaires.

2 Pour un bon développement des cultures :

Le substrat doit être adapté aux végétaux prévus et aux techniques de production. La composition et l'épaisseur doivent ainsi être en accord avec les besoins des cultures et les pratiques de fertilisation et d'arrosage. Une fertilisation et un arrosage raisonné étant à privilégier, il est conseillé d'avoir des substrats de culture ayant une bonne capacité de rétention d'eau et des nutriments. La proportion de matière organique peut ainsi être sensiblement augmentée pour répondre aux besoins des cultures (par exemple jusqu'à 30% volumique de matière organique dans le substrat). Cependant, les compositions peuvent être adaptées et les épaisseurs diminuées pour alléger le système, en ajustant les apports en éléments nutritifs et en choisissant les cultures compatibles avec de plus faibles épaisseurs de substrats.

Dans tous les cas, la fertilisation organique doit être privilégiée, telles que les composts ou fumiers. Les engrais liquides plus exposés au lessivage sont à éviter.

CONCEPTION TECHNIQUE

Il est conseillé de consulter la boîte à outils des Parisculteurs sur paris.fr.



Gymnase Vignoles, 87 rue des Haies, Paris 20^e

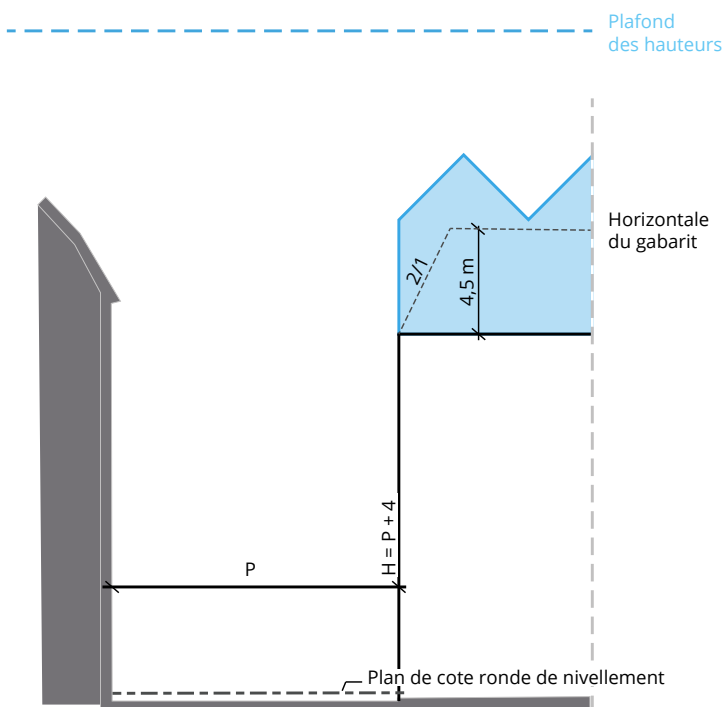
Maître de Paris, Du Jacques Leclerc



Terrasse végétalisée

Maître de Paris, DEVE

EXEMPLE D'IMPLANTATION D'UNE SERRE DE PRODUCTION HORTICOLE SUR UNE CONSTRUCTION NEUVE



Extrait du
PLU

Les dispositifs destinés à économiser de l'énergie ou à produire de l'énergie renouvelable (...), peuvent faire l'objet d'un dépassement de hauteur dans le respect des dispositions de l'article UG.11 relatives à l'aspect des constructions.

Il en est de même des équipements et des serres de production agricole installés sur les toitures.

La règle générale sur le plafonnement des hauteurs est définie à l'article 10.1. Par dérogation à cet article, pour les travaux sur des bâtiments existants, les serres et équipements de production agricole peuvent dépasser le gabarit issu des règles morphologiques.

Ce qui est
OBLIGATOIRE

Pour bénéficier de la disposition sur le dépassement des hauteurs et être qualifiées d'équipement ou serre de production agricole, ces constructions doivent relever de la destination « exploitation agricole ou forestière ».

A ce titre, à charge du pétitionnaire de joindre l'ensemble des justificatifs validant cette destination.

A NOTER : Dans le cas des constructions neuves, le dépassement du gabarit-enveloppe est autorisé sauf dispositions contraires spécifiques, sous réserve de bonne intégration architecturale et urbaine.



Projet « Sous les fraises » 22 rue Sorbier, Paris 20^e

Mairie de Paris / DEVE

Ce qui est CONSEILLÉ

Pour la présentation du projet au service instructeur, il est conseillé :

- de démontrer le bon fonctionnement de cet équipement et notamment son autonomie fonctionnelle (accès dédiés, zone de stockage, locaux techniques dédiés...) ;
- d'avérer la fonction agricole (la culture de jeunes pousses, la production de fruits et légumes ou encore d'algues, etc.) et productive de cet équipement.

Il est notamment suggéré, au dépôt de la demande d'autorisation d'urbanisme, de faire une déclaration de la production agricole (surface, typologie, destination) et d'identifier le ou les exploitant(s) (association, entreprise, maraîcher...).



Agriculture sur toiture, 18 boulevard de la Chapelle, Paris 18^e

Cityside - Sarah Langeneux



Toit potager de l'école AgroParisTech, Paris 5^e

Mairie de Paris - DEVE, Christophe Noël



Toiture terrasse avenue de la Porte d'Italie, Paris 13^e

Mairie de Paris - DEVE, Jean-Pierre Viguié

BANDE Z

La bande Z intervient dans le calcul de la superficie minimale d'espaces libres (article UG.13).

La largeur de la bande Z est fixée à 15 mètres, mesurés selon les conditions définies dans les « Dispositions générales applicables au territoire couvert par le PLU ».

MATIERE BIOSOURCÉE

*Une matière issue de la biomasse végétale ou animale pouvant être utilisée comme matière première dans des produits de construction et de décoration, de mobilier fixe et comme matériau de construction dans un bâtiment.
(Arrêté du 19 décembre 2012)*

PLEINE TERRE

Un espace est considéré comme de pleine terre lorsque les éventuels ouvrages existants ou projetés dans son tréfonds ne portent pas préjudice à l'équilibre pédologique du sol et permettent notamment le raccordement de son sous-sol à la nappe phréatique.

Les ouvrages d'infrastructure profonds participant à l'équipement urbain (ouvrages ferroviaires, réseaux,

canalisations...) ne sont pas de nature à déqualifier un espace de pleine terre. Les locaux souterrains attenants aux constructions en élévation et en dépendant directement, quelle que soit la profondeur desdits locaux ne permettent pas de le qualifier de pleine terre.

SDP (SURFACE DE PLANCHER)

La surface de plancher est définie par les articles L.111-14 et R.111-22 du Code de l'urbanisme.

SECTEURS DE MISE EN VALEUR DU VÉGÉTAL ET DE RENFORCEMENT DU VÉGÉTAL

Le plan de sectorisation végétale de la zone UG, figurant dans l'atlas général, divise cette zone en deux secteurs dans lesquels les exigences en matière de pleine terre et de surfaces végétalisées sont satisfaites par des normes différentes.

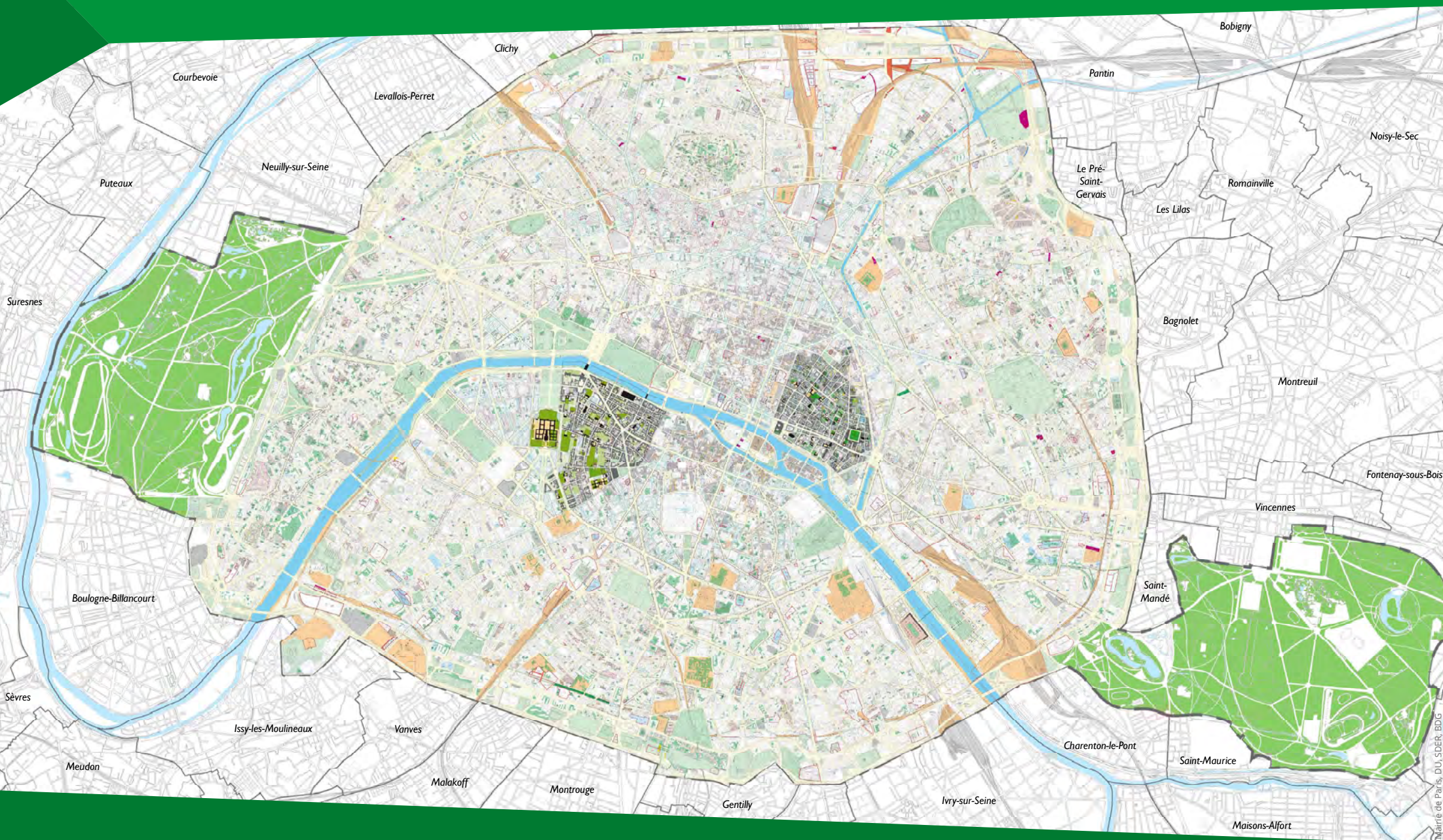
SHONRT (SURFACE HORS ŒUVRE NETTE AU SENS DE LA RT)

Elle constitue une surface réglementaire spécifique (thermique), utilisée comme référence pour fixer les exigences de performance énergétique devant être respectée par les bâtiments dans l'application de la RT 2012.

SURFACE VÉGÉTALISÉE PONDÉRÉE

La surface végétalisée pondérée est une valeur qui peut intervenir dans la détermination des surfaces d'espaces libres réglementaires exigées par l'article UG.13.

Elle se calcule, conformément aux indications figurant à l'article UG.13.1.2, par une somme pondérée de surfaces existantes ou projetées de sols, végétalisées ou non, de terrasses, de toitures ou de murs végétalisés.



Mairie de Paris, direction de l'urbanisme, Service communication et concertation - Crédits : APC - APUR - Julien Artus et A. Roulet - Baudouin Bergeron architectes - Cityside-Sarah Langinieux - CSTB - DeJean Marin Architectes - Energie + / UCL-Architecture et Climat - Pascal Gontier - mairie de Paris : DEVE, Christophe Noël, Jean-Pierre Viguié ; DPA, Clément Dorval, Daniel Lifermann ; DU, Christophe Jacquet, Jacques Leroy, Guy Picard - Paris Habitat - planbatimentdurable.fr - SOLIHA 15/92/95 - Avril 2018