

LE PLAN LOCAL D'URBANISME

**Guide d'application
des dispositions
environnementales**



AVANT-PROPOS

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, Plan ParisPluie...

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 ? ».

COMMENT LIRE LE GUIDE

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} CONSEILLE 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 -Façades	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

GESTION DES EAUX PLUVIALES

PAGES 55 A 70

I - Préambule	56
II - Dispositions d'assainissement	57
III - Abattements et rejets	58
IV - Modalités d'infiltration	63
V - Dispositifs de gestion a la source	66
VI - Modalités de réutilisation	68



Ecoquartier Boucicaut, Paris 15^e



Toiture terrasse végétalisée rue Gilbert-Cesbron, Paris 17^e



Mur végétalisé rue des Poissonniers, Paris 18^e

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

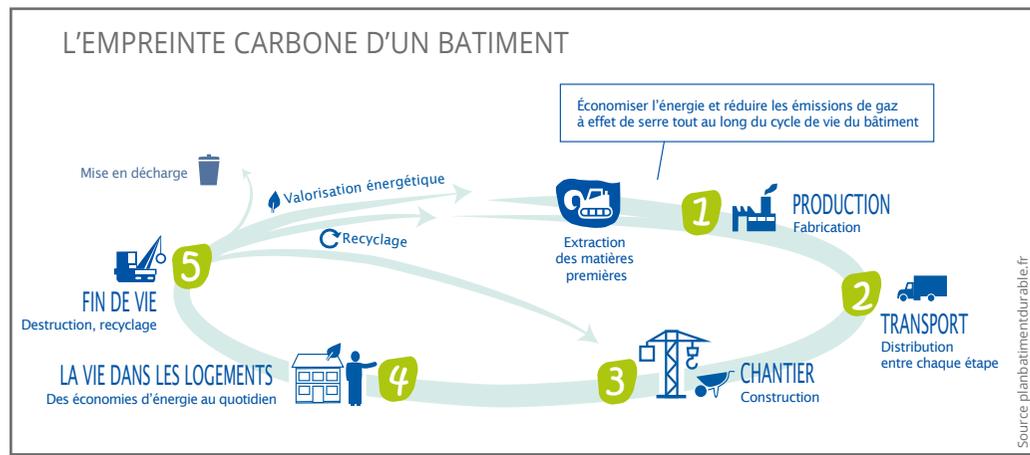
Extrait du
PLU

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.



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





Mairie de Paris, DU, Christophe Jacquet

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.

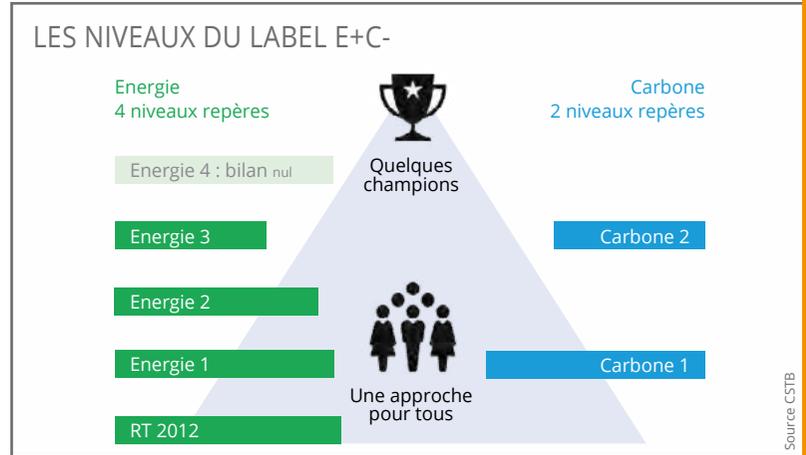
Le Plan Climat Energie de Paris de 2012 fixait déjà l'objectif de diminuer les consommations énergétiques sur le territoire, en particulier pour le secteur du bâtiment. Le PLU traduit cet objectif en imposant aux constructions neuves des seuils de performance thermique plus ambitieux que la RT2012.

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.





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

Mairie de Paris, DU Jacques Leroy

III - PRODUCTION D'ÉNERGIE

PERFORMANCE
ÉNERGETIQUE
DES CONSTRUCTIONS
NEUVES



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^o), 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...).

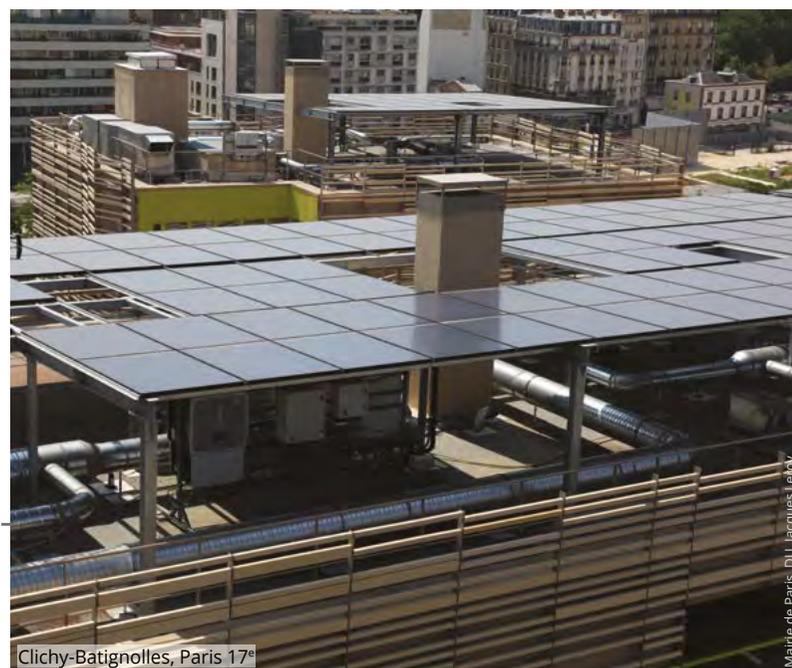
CAS D'UNE INTEGRATION DE PANNEAUX SOLAIRES EN TOITURE

→ 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



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

Mairie de Paris, DU, Jacques Leroy

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.



Logements traversants Clichy-Batignolles, Paris 17^e

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

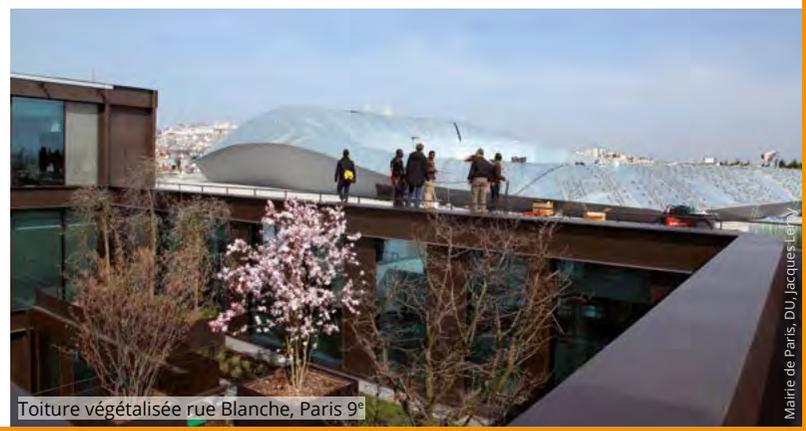
En outre, les constructions nouvelles doivent assurer le confort d'été et le confort d'hiver des occupants, notamment par leur orientation, leur volumétrie, leur configuration, les percements, les matériaux, l'isolation thermique, la végétalisation des toitures et des terrasses et les dispositifs d'occultation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

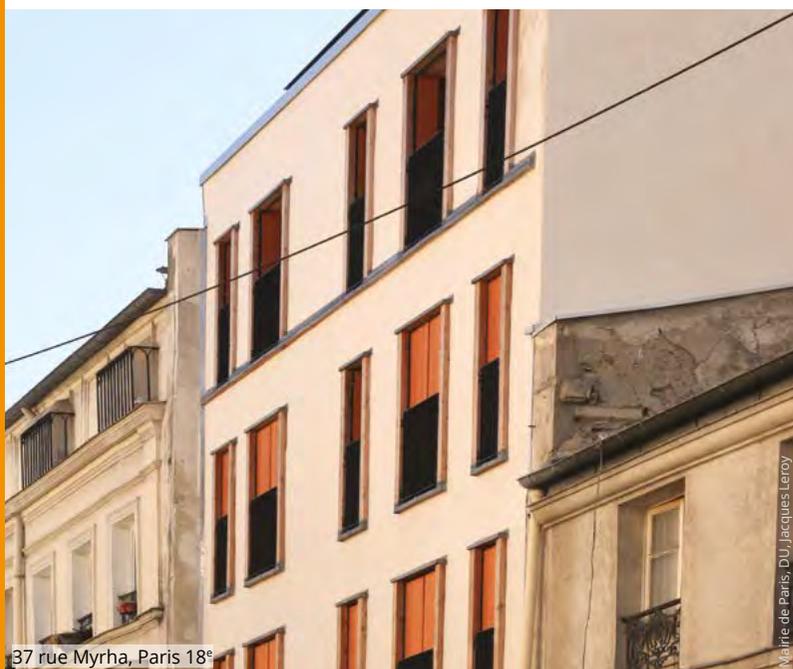
PLUS LOIN

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.U. Jacques-Lévy



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

Atelier de Paris, D.U. Jacques Leroy

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_{Ex}).

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_{Ex} (exemple : isolation d'un mur en matériaux non industriels).

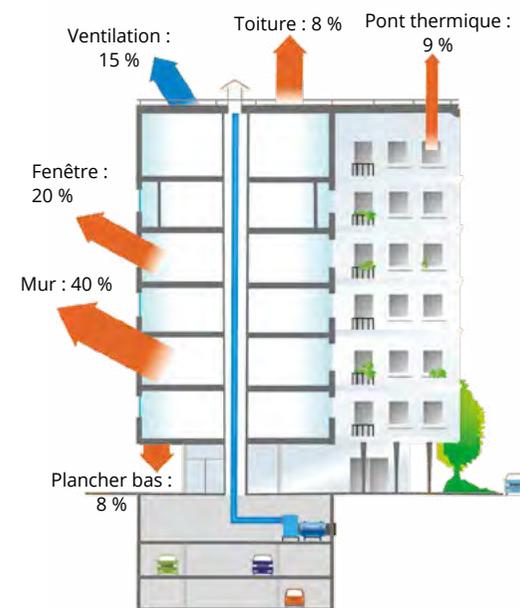
Certains cas sont assimilables à des constructions neuves (exemple : surélévations importantes) ; c'est alors la réglementation thermique 2012 qui s'applique.

Ce qui est **OBLIGATOIRE** L'obligation d'installer un / des dispositifs d'économie d'énergie :

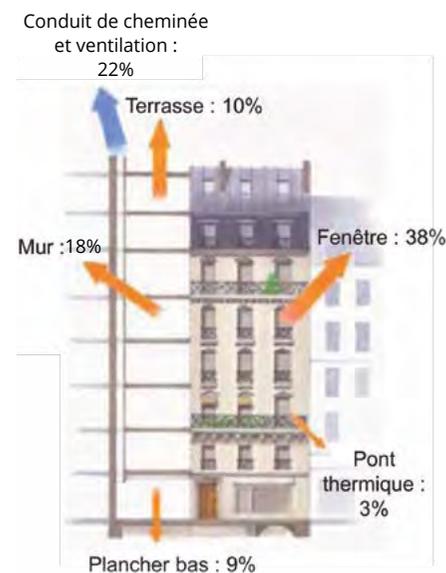
- concerne potentiellement tous travaux visés à l'article UG15.3.1, même dans le cas où aucune réglementation thermique n'est applicable ;
- s'applique aux travaux concernés par l'autorisation d'urbanisme (exemple : mise en œuvre d'une isolation thermique en cas de ravalement de façade), mais le pétitionnaire 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

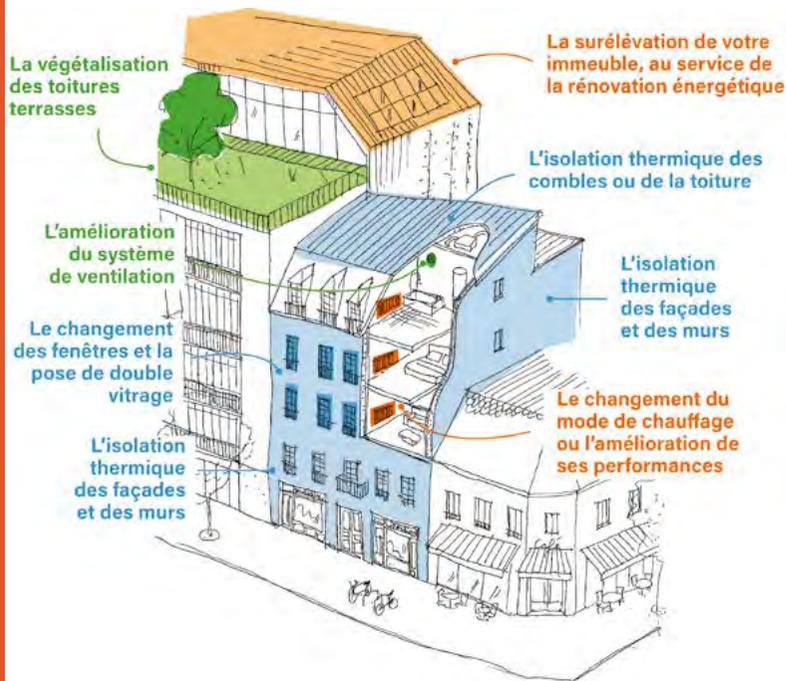


Cas d'un immeuble construit après 1950



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.

SOLILHA 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](https://desMaisonsPaysannesDeFrance.fr). 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...

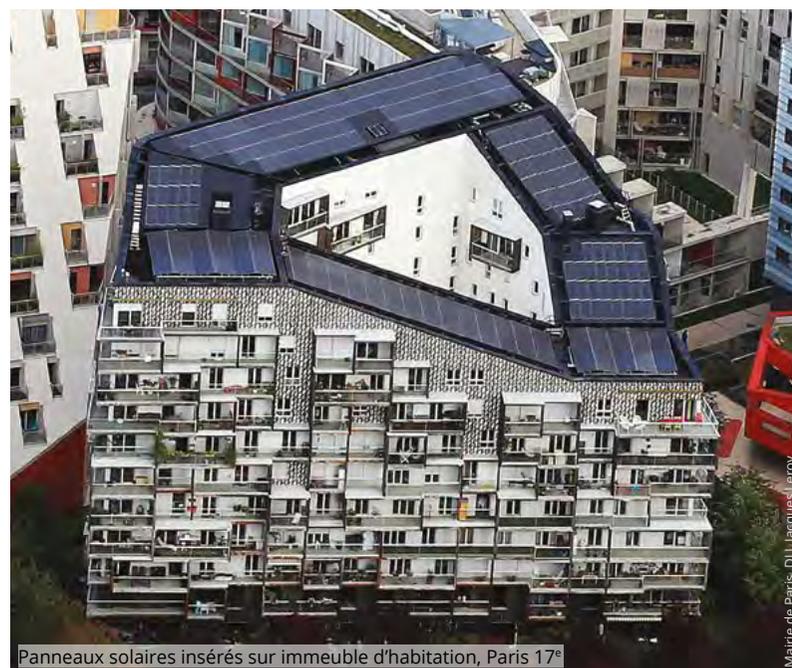
Conformément à l'article UG.11.2.3 (§ 1°), les dispositifs destinés à économiser de l'énergie ou à produire de l'énergie renouvelable dans les constructions, tels que panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques, géothermie, toitures végétalisées, rehaussement de couverture pour l'isolation thermique..., 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

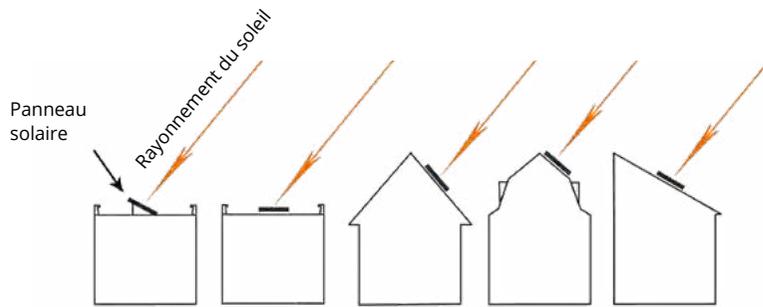


Panneaux solaires insérés sur immeuble d'habitation, Paris 17e

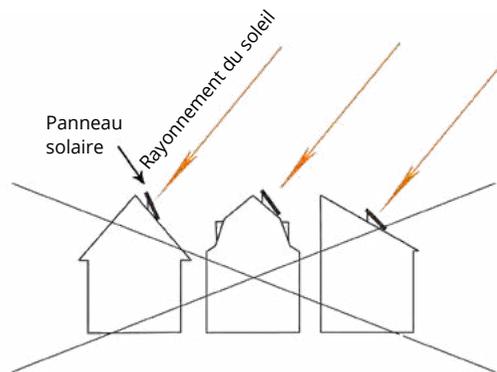
TPOLOGIE DES TOITURES PARISIENNES

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

OBLIGATOIRE

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 empiétement 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



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.

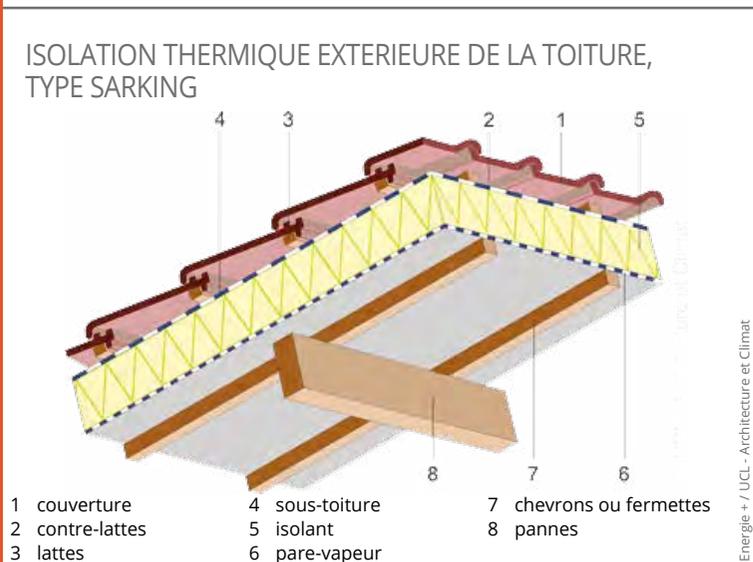
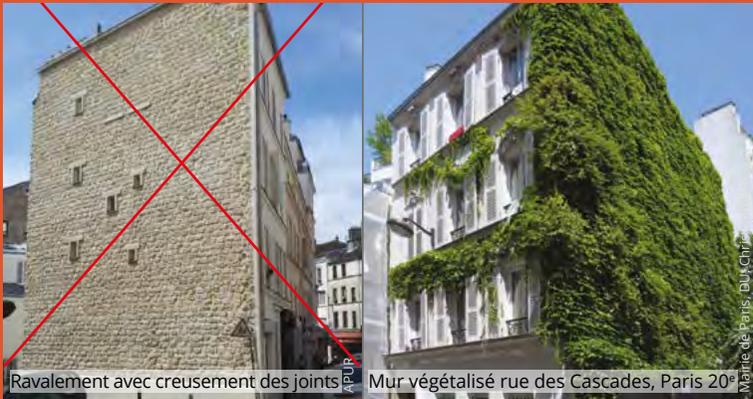
A NOTER : Ces murs pignons sont souvent des murs « en attente » de la construction d'un autre bâtiment en mitoyenneté qui n'a jamais été construit, ce qui a pour conséquences :

- 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'empiètement. 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 originaux (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 original 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.

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

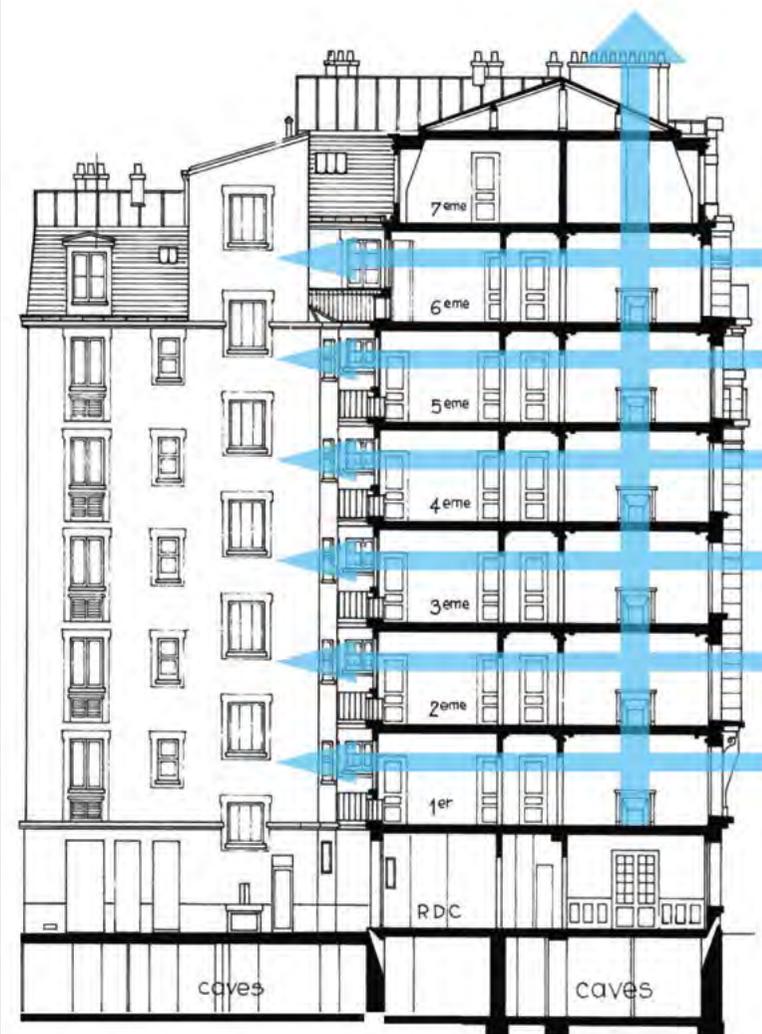
Tous les dispositifs assurant une ventilation naturelle doivent être conservés, ou adaptés, notamment si les travaux le nécessitent (exemple : rénovation du dispositif, modification de l'entrée d'air...).

Les cas d'impossibilité doivent être justifiés :

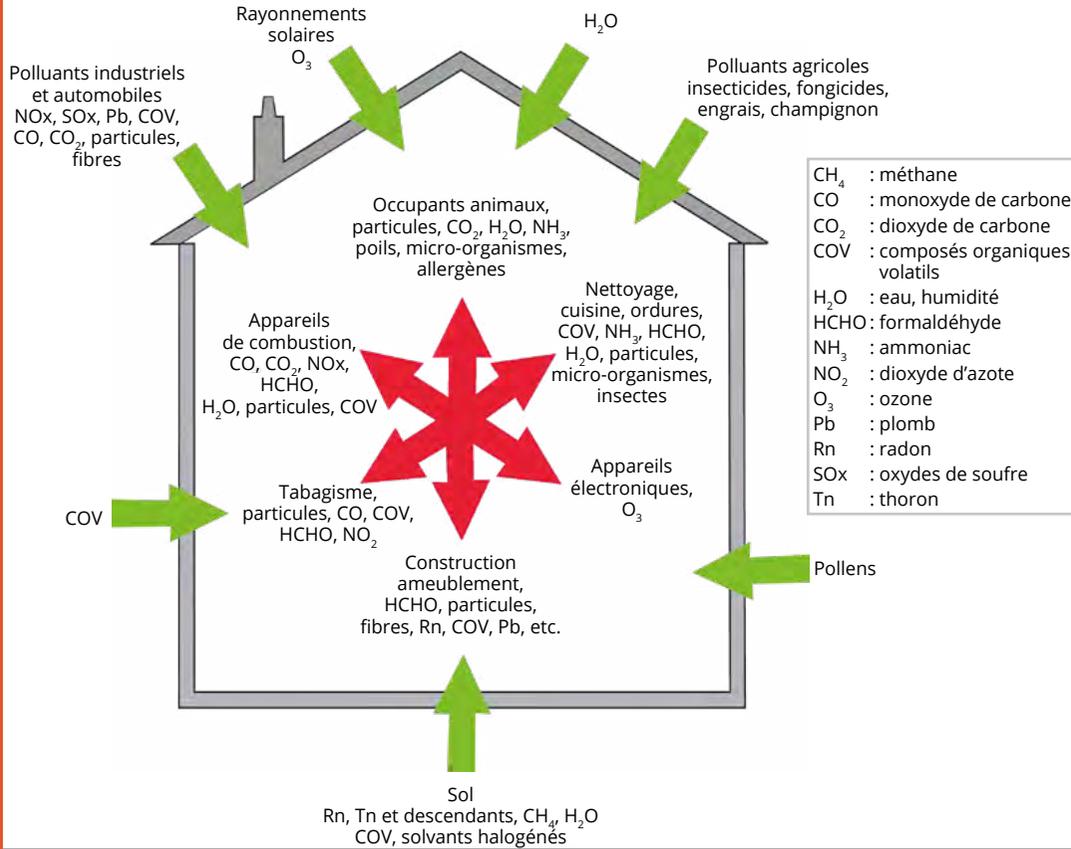
- ➔ les raisons qui rendent impossible le maintien des dispositifs existants ;
- ➔ le caractère équivalent des nouveaux dispositifs sur la ventilation des locaux.

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



LES DIFFERENTS POLLUANTS DE L'AIR INTERIEUR



**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.

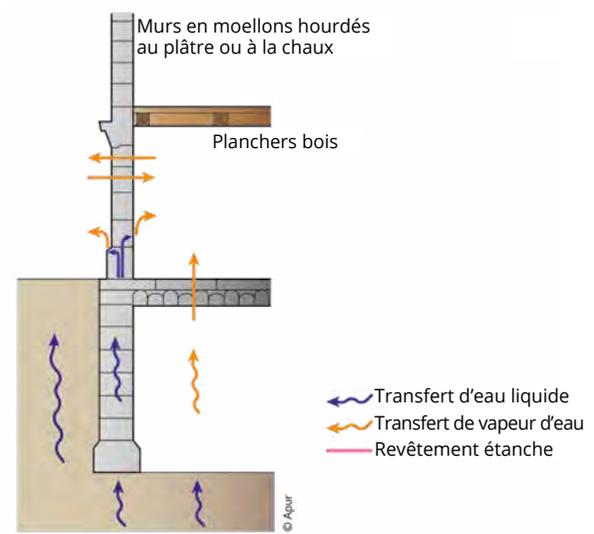


Dépérissement du bâtiment dû à un mauvais choix de matériaux d'isolation ou de revêtements de façades

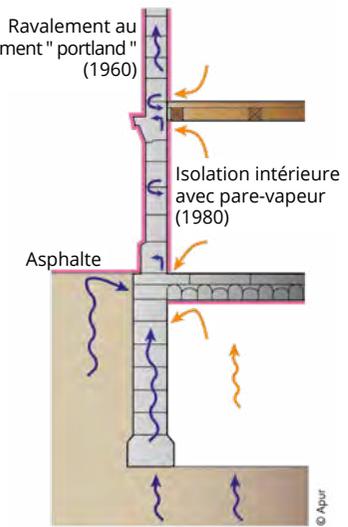


AVANT APRÈS
Isolation thermique par l'extérieur avec béton de chanvre, 26 rue Couëdic, Paris 14^e

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 continus.



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.

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)



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-chaux) 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.



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 structure 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.

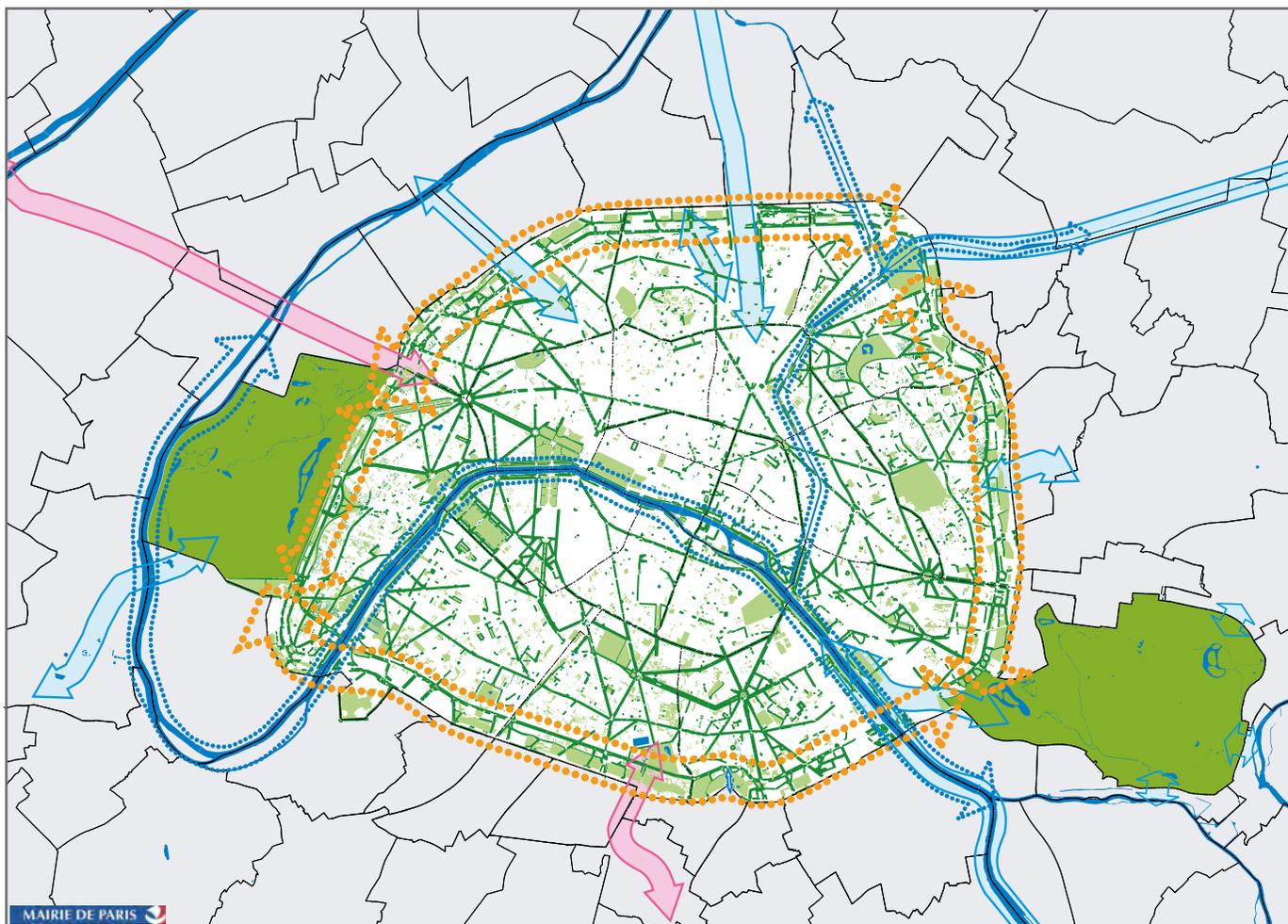
Il est précisé, le cas échéant, lorsque la règle concerne uniquement les constructions neuves ou les travaux sur du bâti existant.

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



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 ^{Pour aller} **PLUS LOIN** des pages qui suivent.



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



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

CONSEILLÉ

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®...).

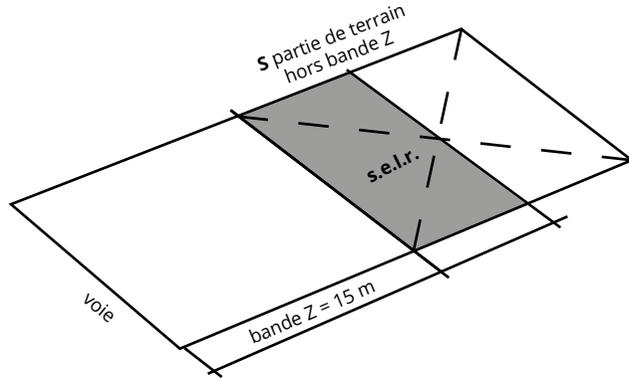
ENTRETIEN DES VEGETAUX

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.

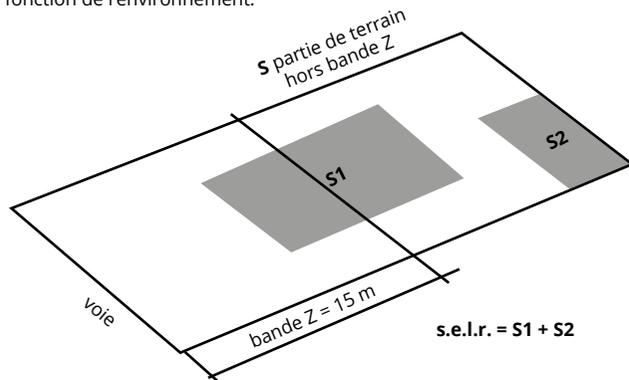


Mur végétalisé, cour pavée rue de Montreuil, Paris 11^e

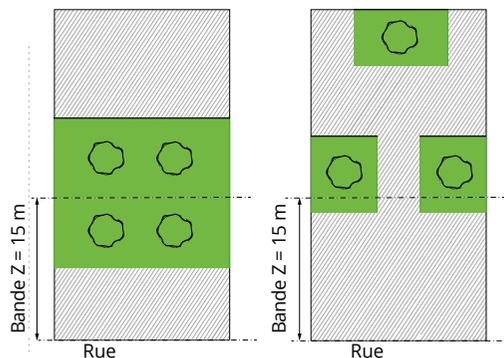
CALCUL DE LA SURFACE D'UN ESPACE LIBRE



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

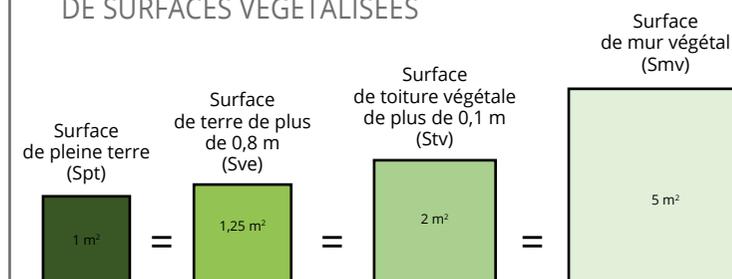
Le pétitionnaire doit produire trois types de surfaces S_a , S_b , et S_c , dont la somme vaut au minimum 40% ou 45% des espaces hors bande Z^* , et où l'usage de la pleine terre est décliné selon trois niveaux d'exigences. Les 5 à 10% restant peuvent être aménagés librement.

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.

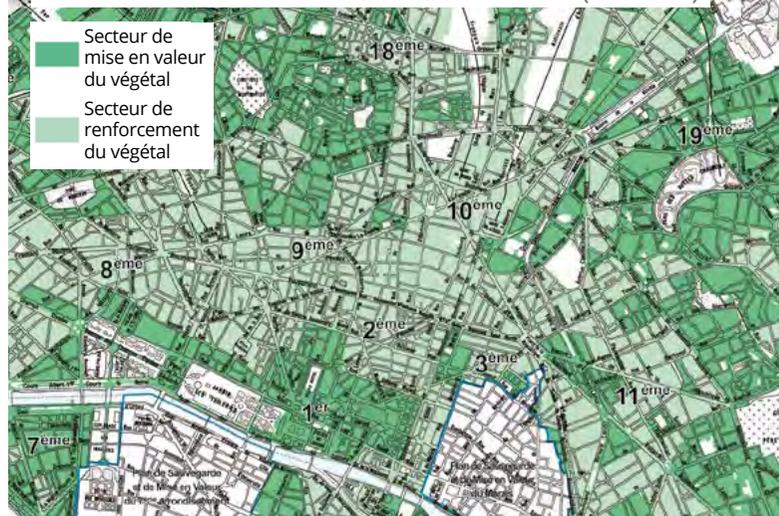
CALCUL DES SURFACES MINIMALES S_a , S_b , S_c

s.e.r.l.		
a	b	c
20% S pleine terre	10 ou 15% S pleine terre (à défaut Svp*)	10% S Svp* aménagement libre

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



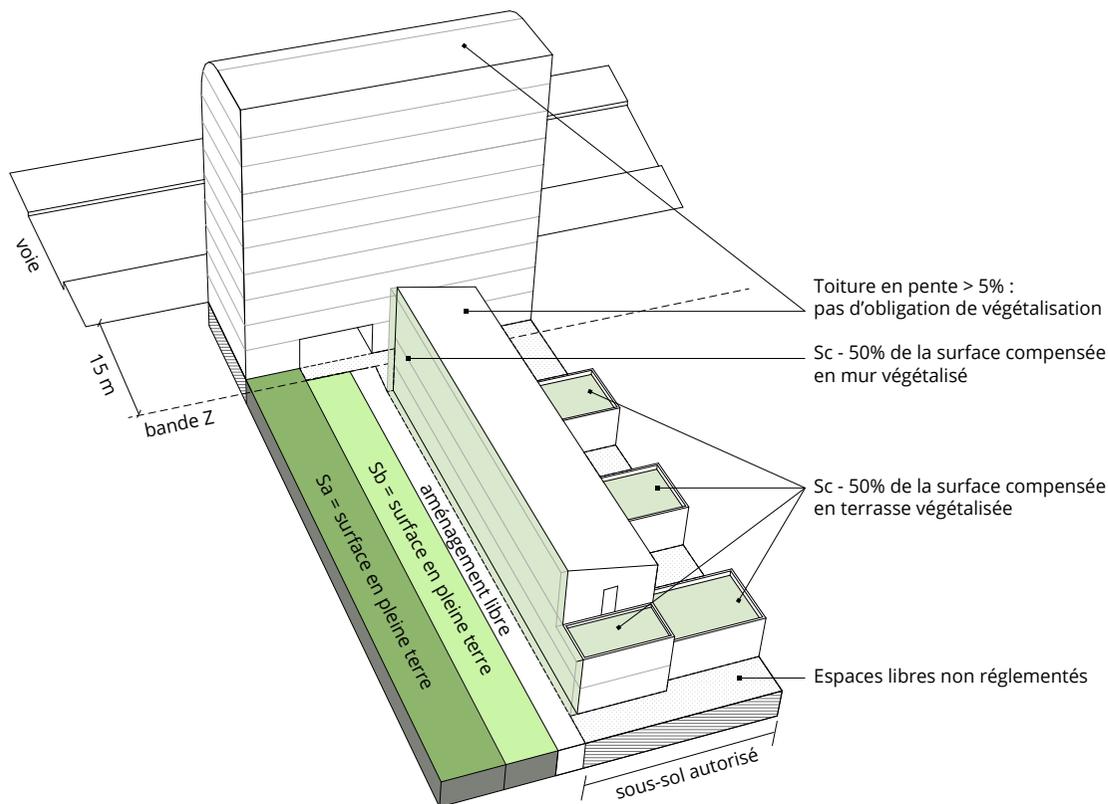
SECTORISATION VEGETALE DE LA ZONE UG (EXTRAIT)



A NOTER : La carte de la sectorisation végétale de la zone UG est consultable dans les documents du PLU sur paris.fr

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.



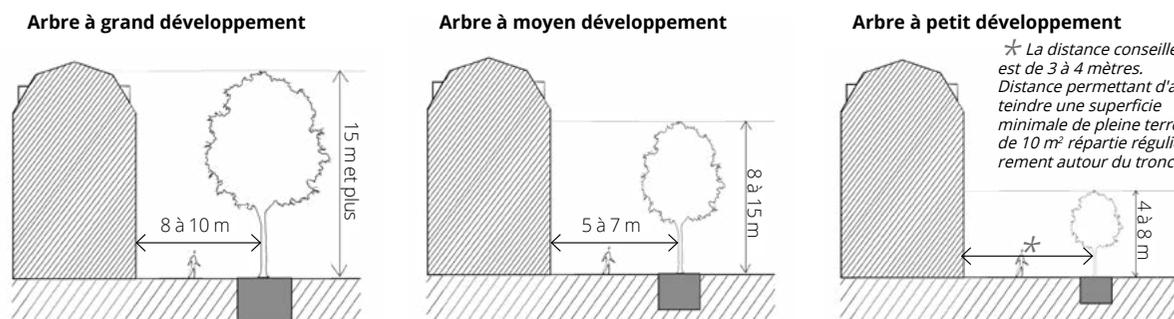
8 rue des Boulangers, Paris 5^e



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



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

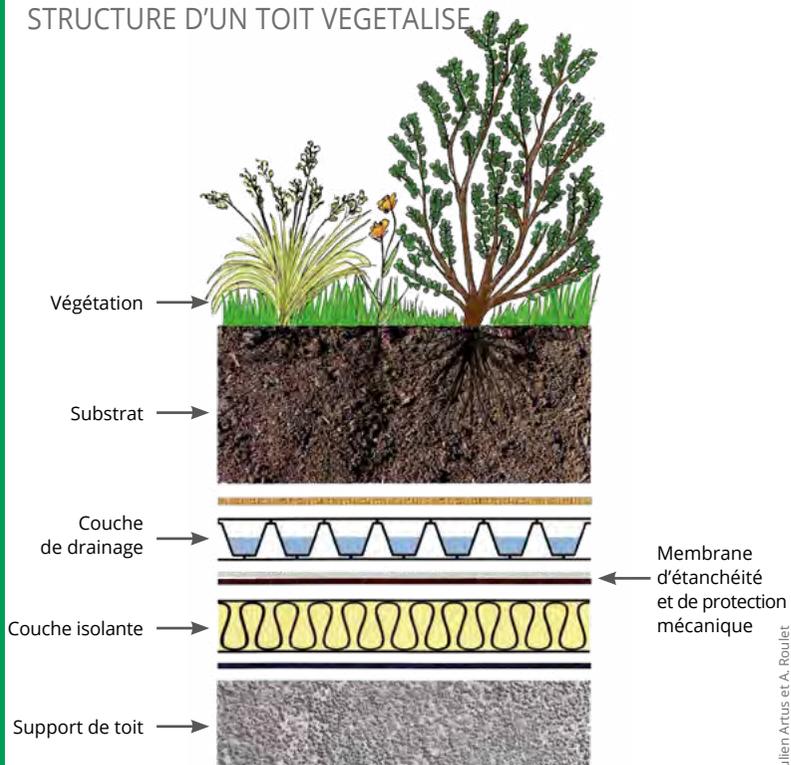
Il est conseillé de consulter les fiches conseils relatives à « La végétalisation verticale » sur paris.fr.

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.



Toiture végétalisée, Paris 8^e

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.

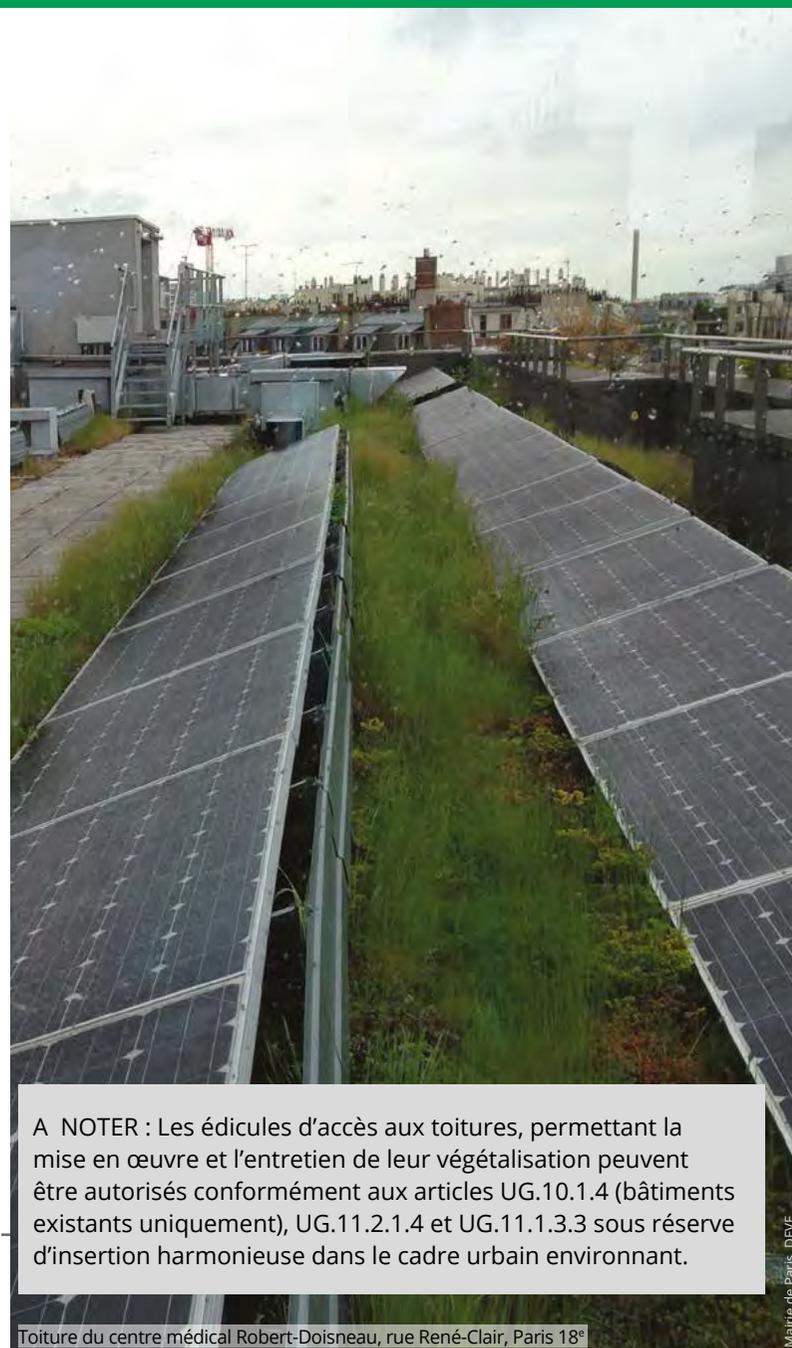
Ce qui est

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

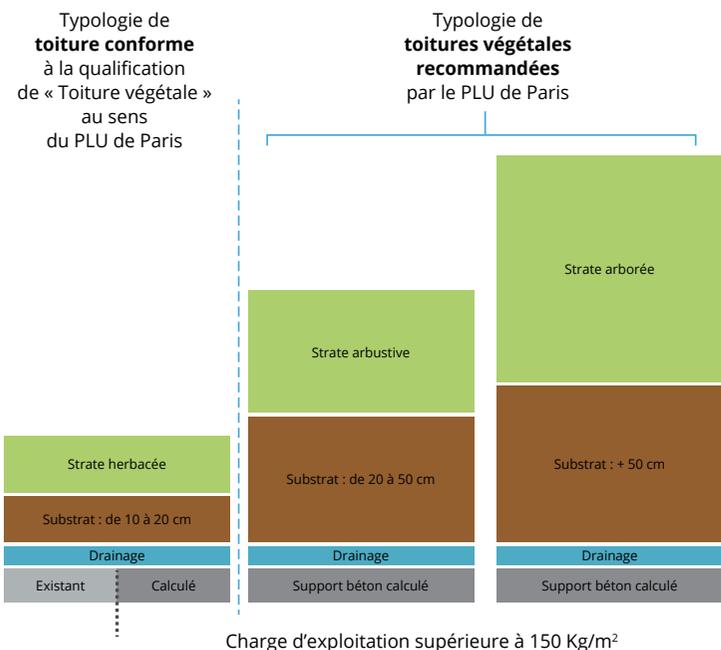
Il est conseillé de consulter le « Guide des toitures végétalisées et cultivées » sur paris.fr.



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



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.

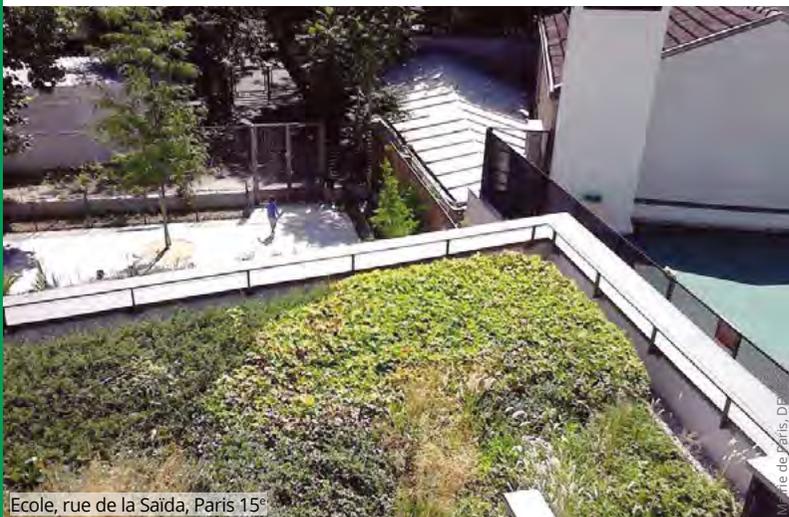
La pérennité d'une toiture végétalisée et le choix de la gamme végétale dépendent des conditions climatiques (ensoleillement, sécheresse, pluie, vent) mais aussi beaucoup du sol et du substrat (épaisseur et qualité).

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

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

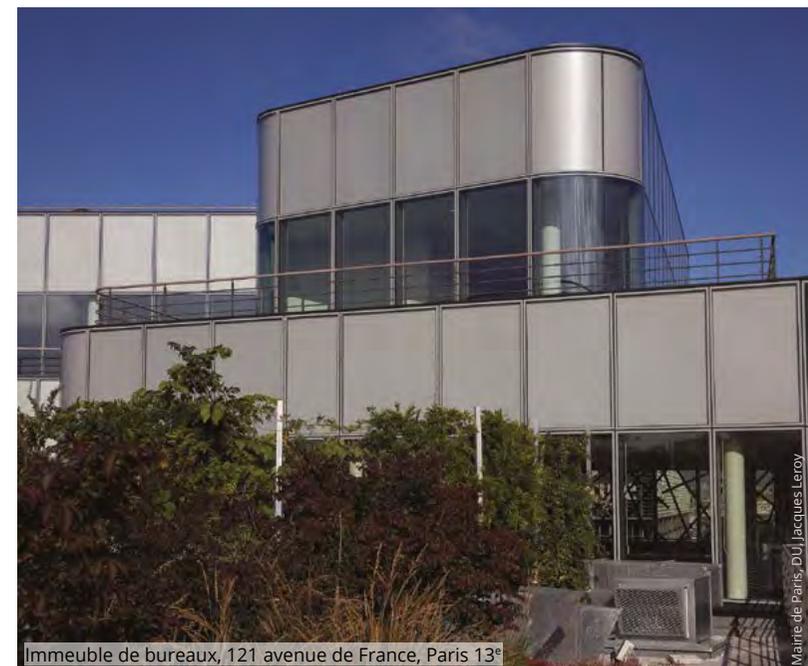
Il est conseillé, lorsque cela est faisable, d'aller au-delà des 10 cm de substrat. En effet, l'augmentation de l'épaisseur du substrat permettra d'améliorer davantage les services écologiques de la toiture végétalisée, et notamment :

- 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.

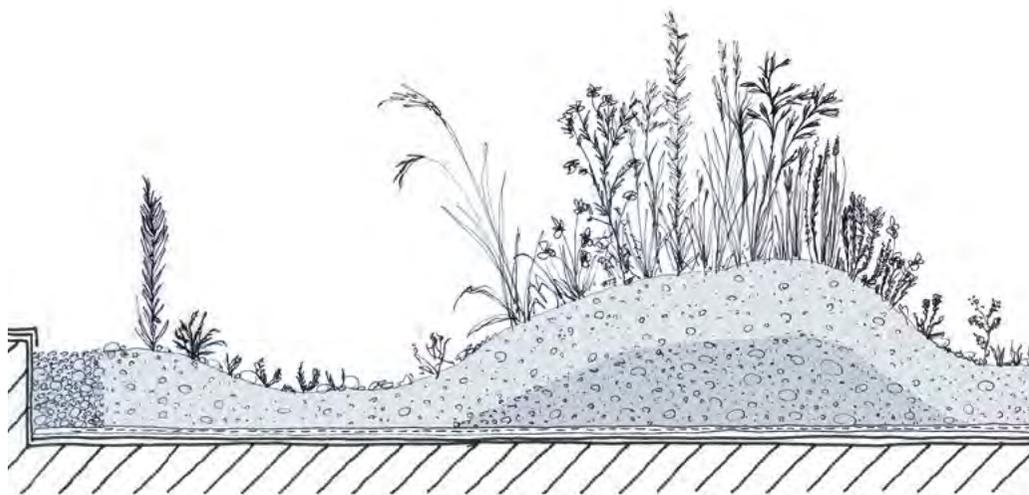
A NOTER : L'augmentation de l'épaisseur du substrat se traduit par une augmentation des charges en toiture que devra supporter la structure porteuse du bâtiment.

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.

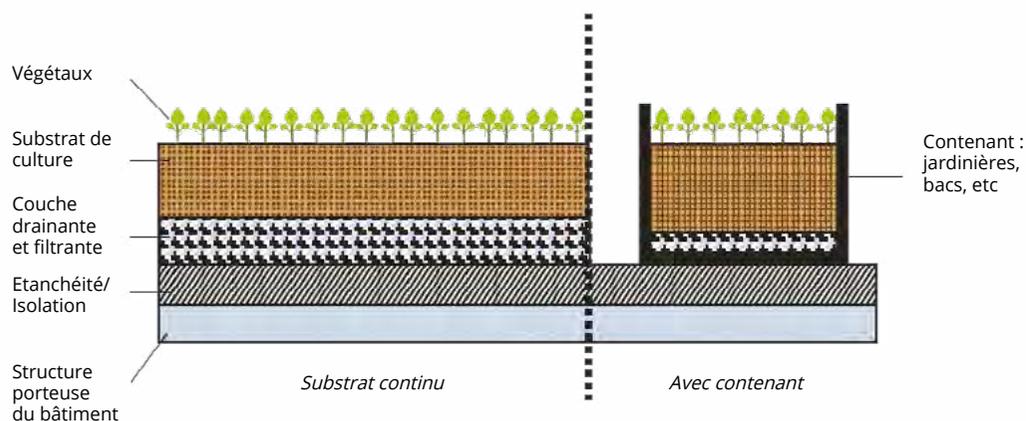


PRINCIPE DE MISE EN ŒUVRE D'UN SUBSTRAT D'ÉPAISSEUR VARIABLE EN TOITURE



APUR, d'après Birmeisen

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*.

- Ce qui est OBLIGATOIRE** Il 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

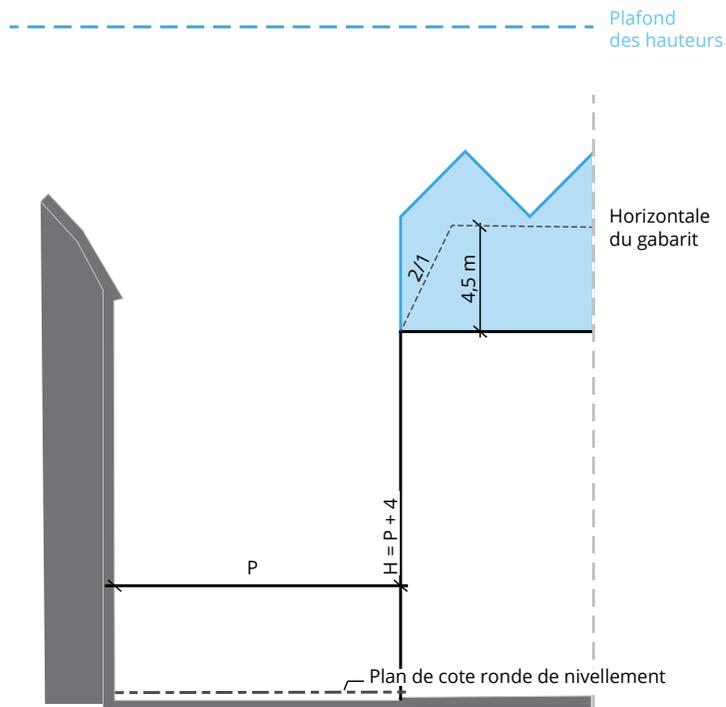
Mairie de Paris, DU Jacques-Lecoq



Terrasse végétalisée

Mairie 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.



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...).



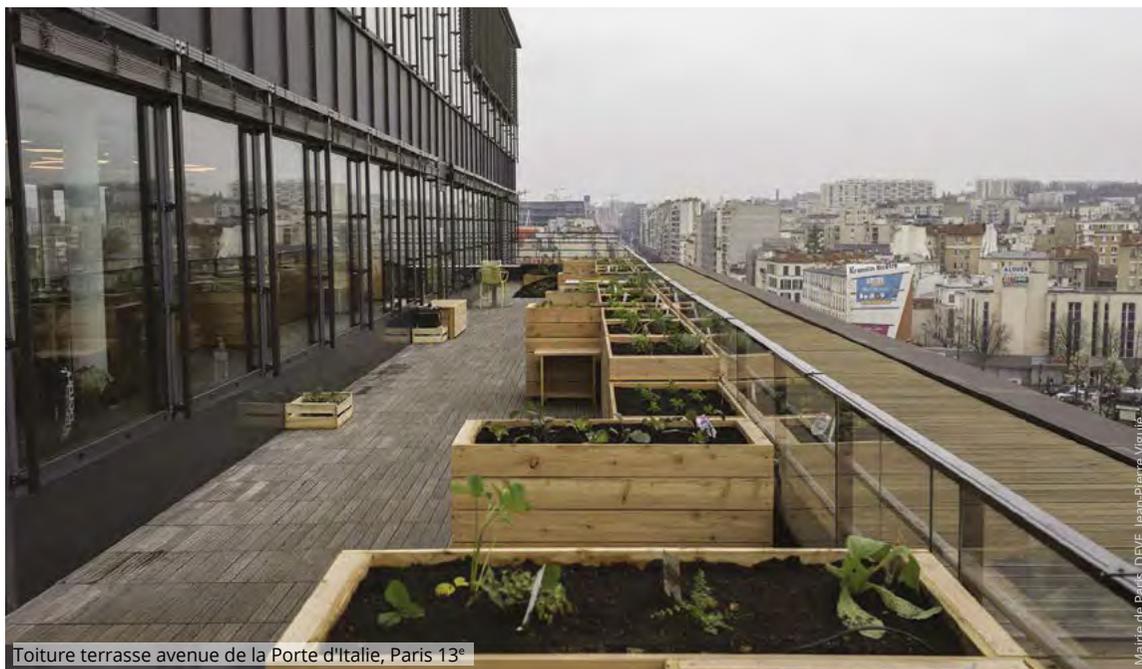
Agriculture sur toiture, 18 boulevard de la Chapelle, Paris 18°

Cityside - Sarah Langé, Neux



Toit potager de l'école AgroParisTech, Paris 5°

Mairie de Paris - DEVE, Christophe Noël



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

Mairie de Paris - DEVE, Jean-Pierre Viguié

GESTION DES EAUX PLUVIALES

Dans le cadre de projets de constructions neuves ou restructuration de bâtiments existants en zone urbaine (UG et UGSU), le PLU de Paris intègre des dispositions sur la maîtrise et l'utilisation des eaux de pluies, visant à en limiter les rejets au réseau d'assainissement et à préserver la ressource en eau.

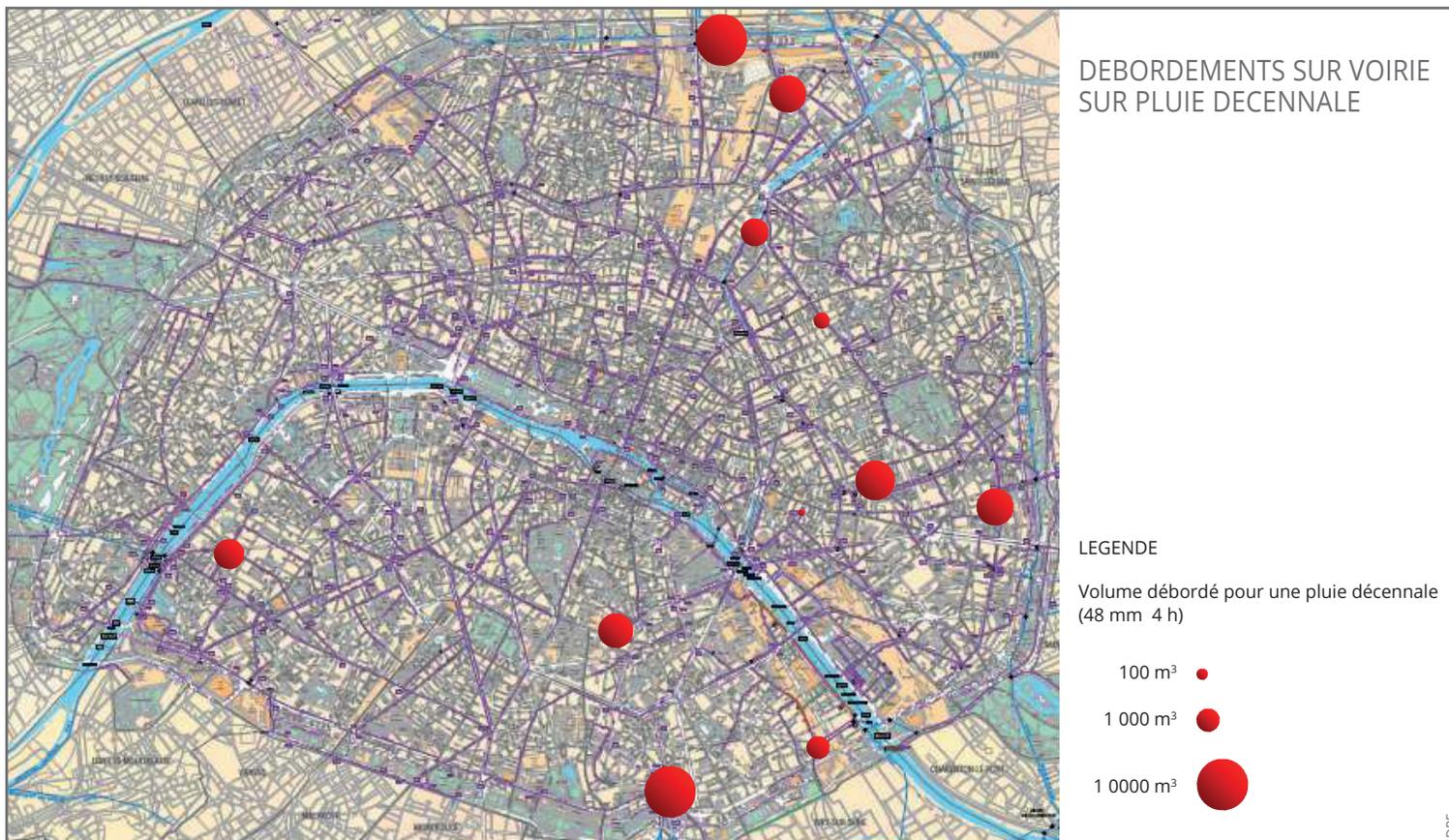
Ces dispositions s'appliquent en cohérence avec les mesures réglementaires du zonage d'assainissement de la Ville de Paris, approuvé en mars 2018, qui s'applique sur l'ensemble du territoire parisien. Celles-ci viennent compléter les exigences légales dont il appartient au pétitionnaire de prendre connaissance.

Ce chapitre intègre des extraits de l'article UG 15.1 (sur fond bleu).

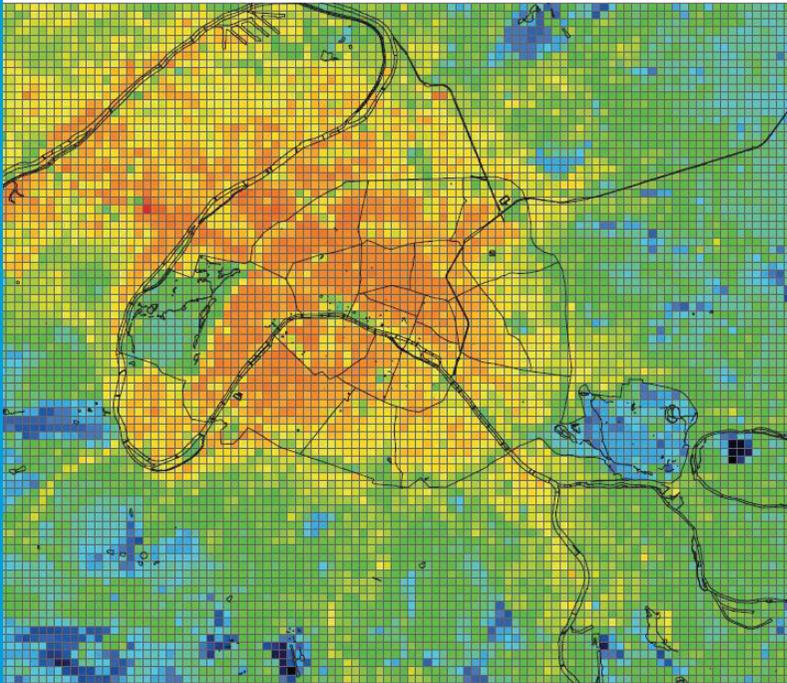


INFORMATION PREALABLE

Les dispositions relatives à la gestion des eaux pluviales permettent de prévenir certains débordements sur voirie du réseau d'assainissement. Elles contribuent de ce fait en partie à la résilience de l'organisation urbaine face au risque d'inondation. Elles sont complémentaires à celles du Plan de Prévention du Risque Inondation (par débordement de la Seine). Toutefois, elles ne garantissent pas les constructions auxquelles elles s'appliquent contre ces risques d'inondation, susceptibles notamment de résulter d'une pluie décennale* ou supérieure. Il revient donc à chaque constructeur de prendre en compte les enjeux spécifiques d'exposition aux risques liés à l'eau que présente son projet.



PHENOMENE D'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN -
TEMPERATURE DE L'AIR A 2 METRES DU SOL
LE 10 AOUT 2003



Température en °C



Etude EPICEA, 2012

Outre la gestion des eaux par temps de pluie, il s'agit également de réduire le phénomène d'îlot de chaleur urbain.

Extrait du
PLU

Les dispositions relatives à la gestion des eaux pluviales s'appliquent sans préjudice des dispositions particulières qui pourraient être prises en application de l'article L.2224-10 du Code général des collectivités territoriales.

Le PLU intègre des dispositions générales en matière de gestion des eaux pluviales.

Par ailleurs, en application du Code général des collectivités territoriales, la Ville de Paris a élaboré une réglementation spécifique concernant les modalités de raccordement au réseau d'assainissement des constructions et aménagements, publics et privés. Cette réglementation comporte un Zonage d'assainissement constitué d'un rapport de présentation, d'un règlement et ses annexes et deux documents graphiques délimitant :

- ➔ la Zone unique d'assainissement collectif, qui concerne la gestion des eaux usées sur le territoire parisien, où sont appliquées les techniques traditionnelles d'assainissement à Paris (réseau d'assainissement unitaire*, branchements particuliers, autorisations de rejets...). Les modalités pratiques sont détaillées dans un document spécifique, le « Règlement d'assainissement de Paris » ;
- ➔ les Zones d'assainissement pluvial - intégrées au Plan « ParisPluie » - où le règlement du Zonage favorise la mise en œuvre de nouveaux principes de gestion des eaux de pluie courantes - c'est-à-dire inférieures à une pluie décennale* - au plus près du point de chute de la pluie. Dans ces zones sont fixées des performances minimales de gestion locale de la pluie, imposées à un terrain ou un ensemble de terrains publics ou privés, lors d'opération de construction, de réhabilitation ou d'aménagement. Pour l'essentiel, les particularités prises en compte pour chacun des secteurs parisiens ainsi délimités sont la capacité hydraulique du réseau d'assainissement, la limitation des rejets en Seine et la qualité des sous-sols.

OBLIGATOIRE

Ce qui est

Les projets doivent respecter les dispositions du PLU, mais aussi celles du zonage d'assainissement de la Ville de Paris, dont la bonne application est contrôlée par la direction de la Propreté et de l'Eau (DPE).

CONSEILLÉ

Ce qui est

Il est conseillé de se rapprocher du service de la DPE en charge des eaux pluviales, le plus en amont possible du projet en envoyant un message à parispluie@paris.fr.

Extrait du

PLU

Pour toute construction nouvelle ou restructuration de bâtiments existants, des prescriptions tenant compte des capacités d'absorption et d'évacuation des eaux pluviales peuvent être imposées pour limiter le débit des eaux pluviales rejetées dans le réseau d'assainissement.

Le contrôle du cycle de l'eau est de plus en plus encadré par la loi, avec l'objectif d'améliorer la qualité du milieu récepteur (fleuves et rivières).

La maîtrise de l'assainissement est très importante pour atteindre cet objectif car, en temps de pluie, le rejet de volumes d'eau importants dans le réseau d'assainissement unitaire* de Paris peut générer des effets indésirables, préjudiciables pour l'environnement (inondations localisées de voirie par débordement de réseau, saturation du réseau entraînant des rejets d'eaux polluées au milieu naturel, dégradation des conditions de traitements en station d'épuration).

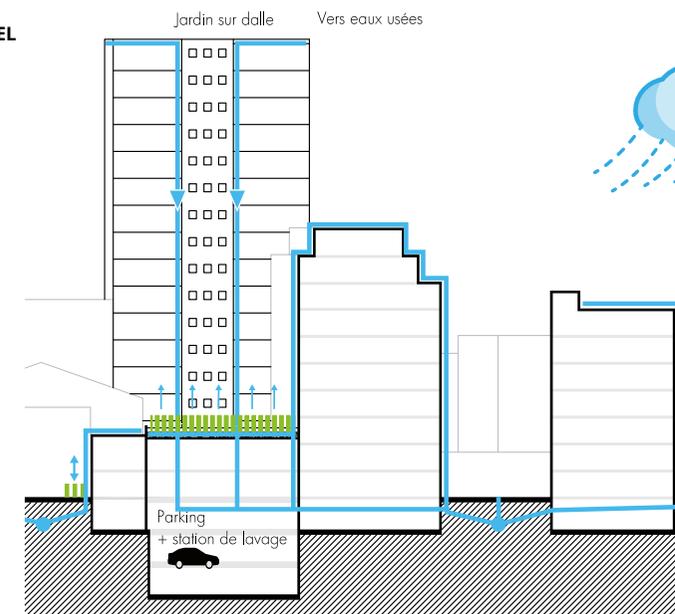
C'est pourquoi une partie des eaux pluviales tombée sur un terrain ou un ensemble de terrains doit être retenue à la source – on parle d'abattement – afin de limiter les rejets au réseau. Concrètement, cette eau devra s'infiltrer dans le sol, s'évaporer, s'évapotranspirer ou être stockée puis utilisée sur place, selon les dispositifs de gestion mis en œuvre.

Le zonage pluvial définit des niveaux d'abattement, qui dépendent des caractéristiques hydrauliques du réseau d'assainissement, des caractéristiques du sous-sol et de la volonté d'optimiser la limitation des rejets polluants dans le milieu naturel. Ils s'appliquent à tous les projets relevant d'une des catégories suivantes :

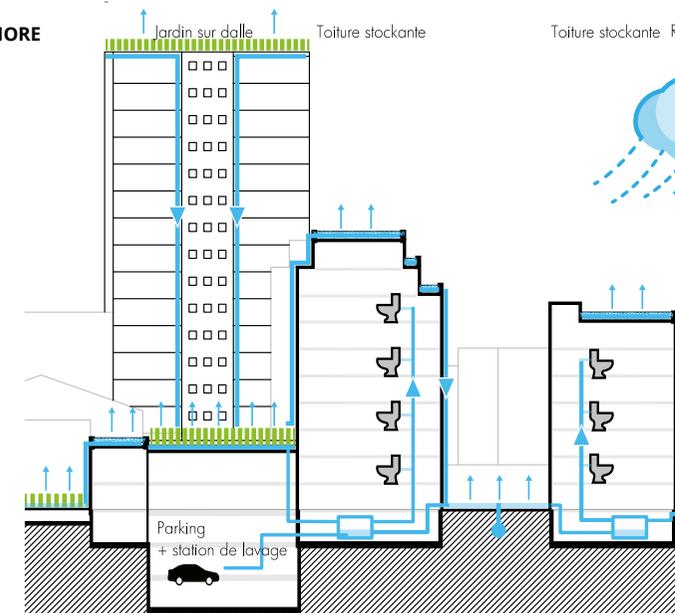
- les constructions nouvelles ou parties nouvelles de construction d'une emprise au sol supérieure à 20 m² ;
- les restructurations de construction existante d'une emprise au sol supérieure à 20 m² ;
- les nouveaux aménagements ou réaménagements d'espace de voirie de plus de 1 000 m² ;
- les aménagements d'espace vert en pleine terre* ou toute rénovation d'un espace vert en pleine terre de plus de 1 000 m², hors travaux d'entretien courant ;
- les aménagements d'équipement sportif non bâti ou réaménagement d'équipement sportif non bâti de plus de 500 m², hors travaux d'entretien courant.

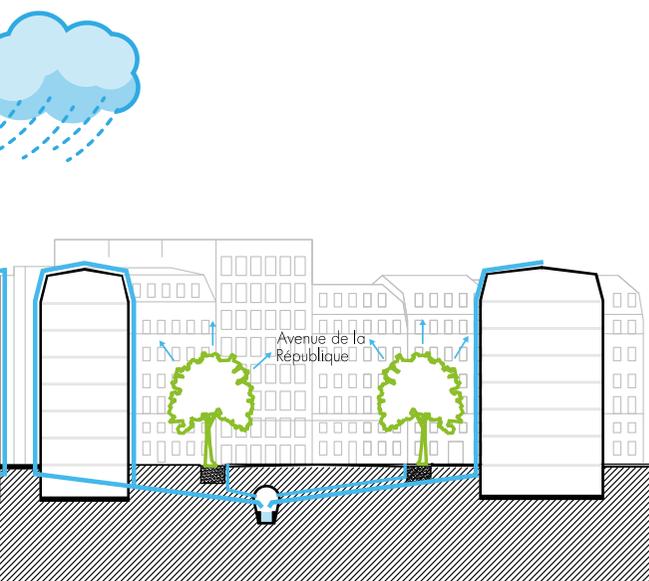
LE CYCLE DE L'EAU PLUVIALE PAR GROS ORAGE

ETAT ACTUEL

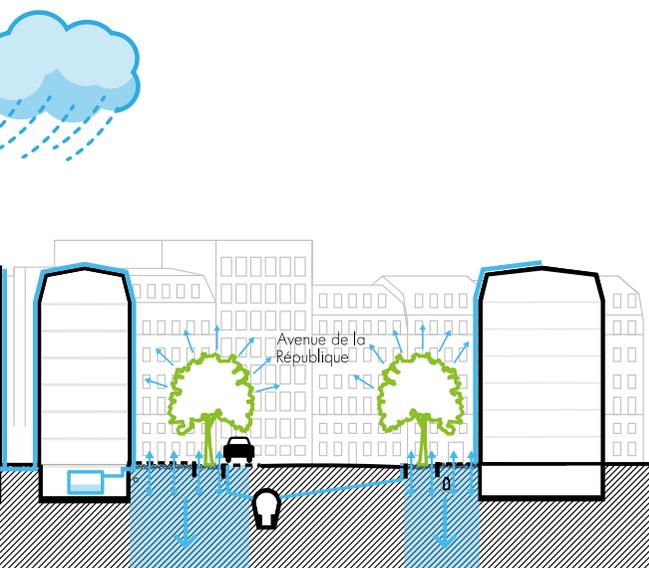


ETAT AMELIORE





Réservoir Noüe Toiture perméable planté



APUR

FOCUS SUR LES EXIGENCES DU ZONAGE PLUVIAL

Les exigences d'abattement volumique minimal se différencient suivant quatre zones couvrant la majorité du territoire parisien, figurées sur la carte du zonage pluvial :

- En fonction de la zone dans laquelle se situe le raccordement du projet au réseau, la carte définit une « règle de seuil » correspondant à un volume d'eau minimal à abattre sur place toutes les 24 heures, égal à la quantité d'eau représentée par une pluie de 4, 8, 12 ou 16 millimètres.
- L'assiette du projet à considérer (m²) correspond à la « surface de référence » définie dans le règlement du zonage pluvial.
- Le volume minimal d'eau à abattre correspond au nombre de litres d'eau tombée sur la surface de référence (m²) jusqu'à la hauteur d'eau de pluie (mm).
Par exemple pour une surface de référence de 150 m² dans une zone dont le seuil est de 8 mm : $150 \times 8 = 1\,200$ litres minimum à abattre sur place (toutes les 24 heures).
- L'ensemble des dispositifs à aménager sur l'unité foncière doit être capable d'abattre à la source un volume de pluie compris entre le seuil minimal de la zone concernée et un seuil optimal correspondant à l'abattement de tous types de pluies jusqu'à la pluie dite « d'orage décennal ».

Si la règle du seuil ne peut être mise en œuvre, l'abattement d'une fraction seule des précipitations recueillies sur l'assiette du projet peut être admis, suivant une règle dite « du pourcentage » (se référer au règlement du zonage pluvial).

En outre, pour protéger les zones urbaines exposées aux inondations potentielles par débordement du réseau d'assainissement, certains secteurs (zone hachurée) cumulent deux obligations pour les opérations de construction, de réhabilitation et d'aménagement associées à une surface de référence supérieure à 2 500 m² : un abattement volumique (couleur de la zone) et une limitation du débit des eaux de rejet au réseau jusqu'à la pluie décennale de 48 mm (10 l/s/ha, non abattues).

Dans certains cas où une gestion globale des eaux pluviales peut être assurée (ensembles immobiliers, complexe, opérations d'aménagement...) il est possible, sous certaines conditions, de mutualiser l'abattement pluvial selon des secteurs hydrauliques cohérents englobant plusieurs lots, chaque secteur ayant un objectif d'abattement qui lui est propre, pour que la conformité au zonage pluvial soit globalement atteinte sur l'ensemble de l'opération (cf. article 2.2.1.3 du zonage d'assainissement pluvial).

Cette possibilité est soumise à l'accord du service de la DPE en charge des eaux pluviales.

CARTE SIMPLIFIEE DU ZONAGE PLUVIAL

LEGENDE

Les caractéristiques d'abattement volumique des six zones sont définies ci-dessous et représentées graphiquement par des couleurs sur la carte de délimitation du zonage pluvial :

Zones d'abattement volumique minimal

Zone rouge : abattement réduit

- Règle du seuil de la lame d'eau de 4 mm
- Règle du pourcentage de 30% d'une pluie de 16 mm

Zone orange : abattement normal

- Règle du seuil de la lame d'eau de 8 mm
- Règle du pourcentage de 55% d'une pluie de 16 mm

Zone jaune : abattement renforcé

- Règle du seuil de la lame d'eau de 12 mm
- Règle du pourcentage de 80% d'une pluie de 16 mm

Zone verte : abattement total

- Règle du seuil de la lame d'eau de 16 mm (équivalent à 100% de la pluie de 16 mm)

Zones de rejet vers le milieu naturel

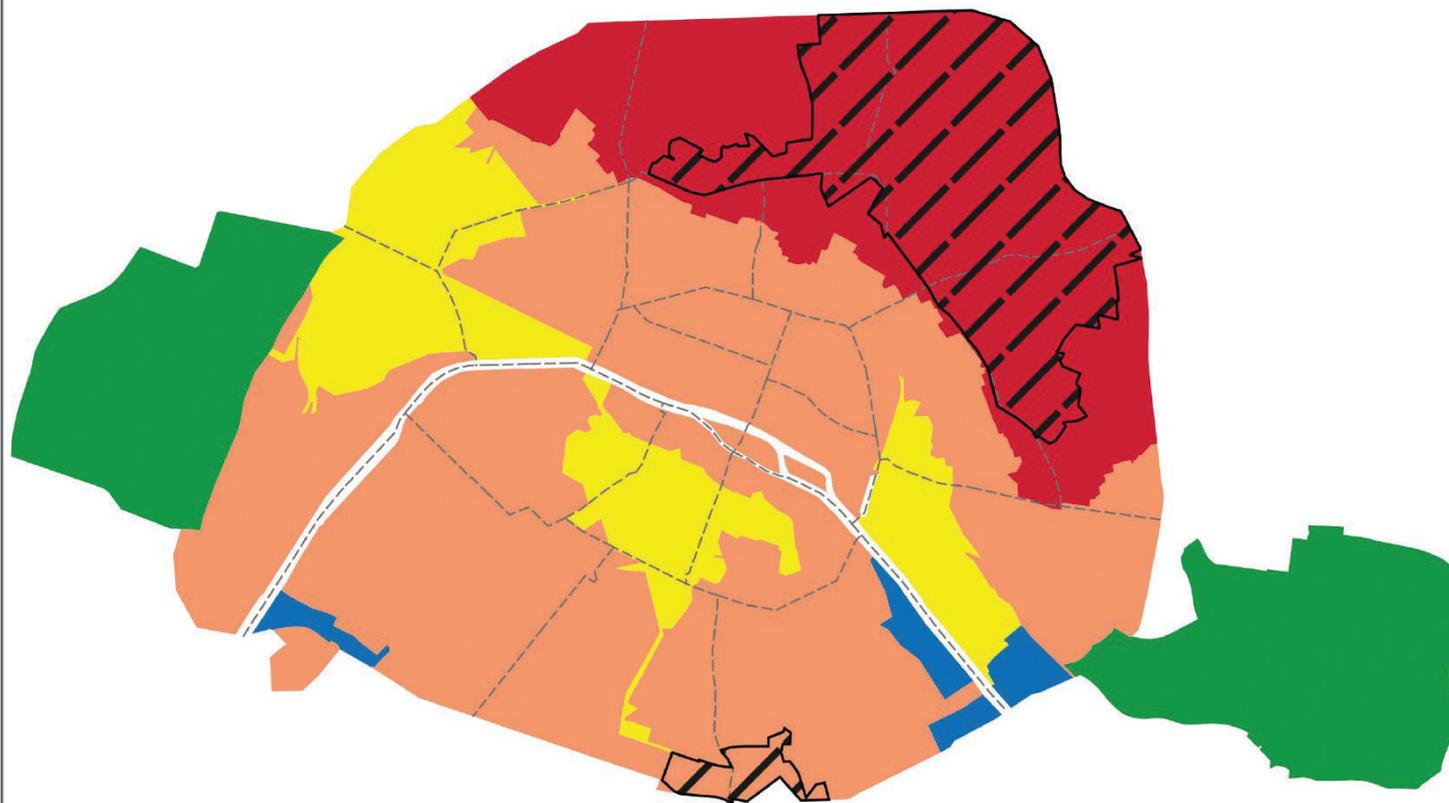
Zone bleue

- Conduit à imposer des installations de collecte, de stockage de traitement des eaux pluviales pour permettre un rejet vers le milieu naturel

Zones de protection au débordement du réseau d'assainissement

Zone hachurée

- ▨ Des mesures de limitation des débits de rejets dans les égouts sont prescrites pour protéger le réseau d'assainissement en cas de forte pluie et de pluie décennale (non exclusive d'un abattement volumique correspondant à la couleur de la zone sous-jacente)



RATTACHEMENT AUX DIFFERENTES ZONES

Le plan délimitant plus précisément les rattachements aux différentes zones est consultable dans les annexes au règlement du zonage d'assainissement pluvial, à télécharger sur paris.fr

A NOTER : Dans le cas des projets en limite de zone, le zonage appliqué dépend de la localisation du branchement.

ZONAGE PLUVIAL - REGLE DU SEUIL -
MODALITES DE CALCUL DE L'ABATTEMENT VOLUMIQUE
MINIMAL

Zone d'abattement (H _z en mm)	Volume minimum abattu sur la surface de référence unitaire Règle du seuil (V _u en Litres)	Volume rejeté au réseau (V _{rejet} en Litres)
4 mm	4 000	0 litre ; rejet possible au-delà de 4 mm de hauteur de pluie
8 mm	8 000	0 litre ; rejet possible au-delà de 8 mm de hauteur de pluie
12 mm	12 000	0 litre ; rejet possible au-delà de 12 mm de hauteur de pluie
16 mm	16 000	0 litre ; rejet possible au-delà de 16 mm de hauteur de pluie
Formules	<ul style="list-style-type: none"> - Si H_p ≤ H_z alors V_u = S_{réfu} × H_p - Si H_p > H_z alors V_u = S_{réfu} × H_z 	<ul style="list-style-type: none"> - Si H_p ≤ H_z alors V_{rejet} = 0 - Si H_p > H_z V_{rejet} = S_{réfu} × (H_p - H_z)

DPE



Bassin alimenté par un système mutualisé de stockage des eaux pluviales - ZAC Gare de Rungis

DPE

Ce qui est
CONSEILLÉ

1 Pour les demandes d'autorisation
La demande d'autorisation de rejet des eaux pluviales (AREP) est à adresser au Pôle usager de la DPE, au plus tôt au stade d'élaboration du projet, ou au plus tard concomitamment au dépôt de la demande d'autorisation d'urbanisme.

A NOTER : La liste des pièces à fournir avec la demande AREP figure à l'annexe 3 du règlement du zonage d'assainissement pluvial. Certaines d'entre elles pourraient figurer sur le plan masse des constructions, joint au volet architectural.

2 Pour le calcul de l'abattement

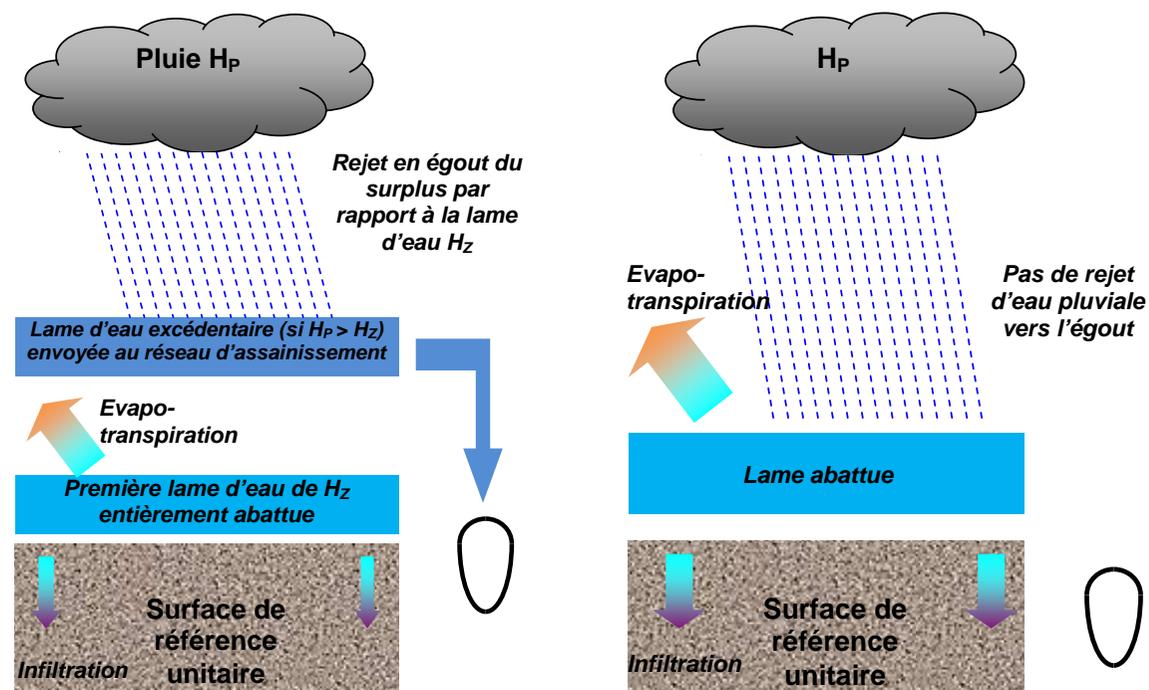
Le respect des dispositions de l'article 13 du PLU concernant les minimums de surfaces de pleine terre* au sol et d'épaisseur des substrats sur toiture (cf. chapitre « Végétalisation des espaces libres et du bâti ») peut contribuer aux objectifs d'abattement du zonage pluvial mais ne suffit pas nécessairement à les atteindre. C'est pourquoi, en phase d'étude, il est fortement conseillé d'identifier précocement les performances requises en application de la règle du seuil, en sorte de s'assurer du respect des niveaux d'abattement réglementaire. Des exemples d'application de la règle du seuil et de la règle du pourcentage sont proposés pages 15 et 16 du Guide d'accompagnement pour la mise en œuvre du zonage pluvial, consultable sur paris.fr.

L'application de la règle du pourcentage n'est pas à privilégier car moins performante que la règle du seuil pour les faibles pluies, qui représentent la cible prioritaire du zonage pluvial. Dans ce cas, ce choix doit être motivé par des éléments techniques (justifier l'impossibilité d'appliquer la règle du seuil) auprès du service de la DPE en charge des eaux pluviales, pour obtenir son accord.

Pour aller
PLUS LOIN

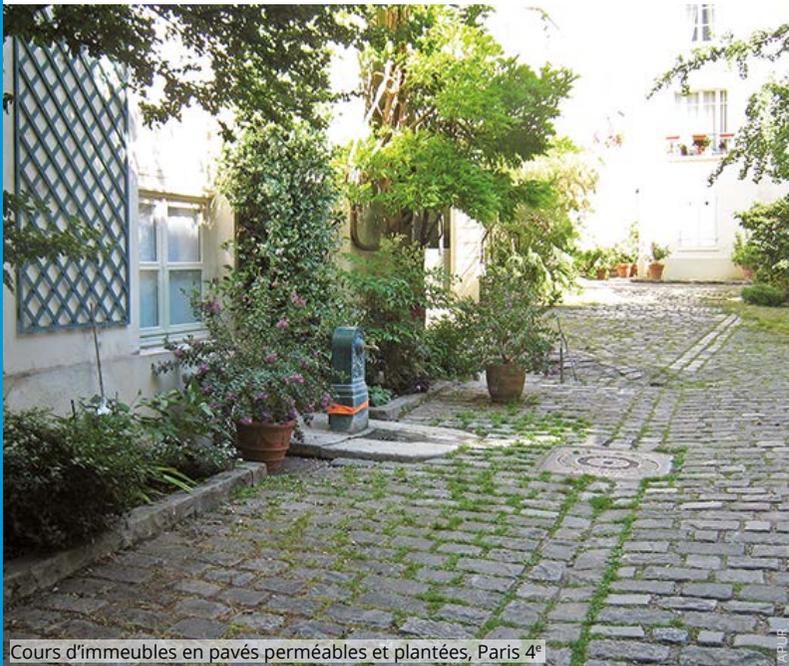
Il est conseillé d'aller au-delà du seuil minimum et d'opter pour un abattement optimal d'eau pluviale. L'idéal est de viser l'abattement maximum c'est-à-dire correspondant à une pluie décennale de 48 mm. Dans le cas d'une installation respectant ce niveau de performance, aucun rejet au réseau n'est à prévoir. L'excédent des pluies exceptionnelles dépassant la lame d'eau minimale à abattre pourra alors s'évacuer par ruissellement en surface jusqu'à un exutoire extérieur à l'installation, raccordé au réseau d'assainissement.

COMPARAISON ENTRE UN ABATTEMENT VOLUMIQUE UNITAIRE MINIMAL ET OPTIMAL





Cours d'immeubles en pavés perméables et plantés, Paris 4^e



Cours d'immeubles en pavés perméables et plantés, Paris 4^e

Extrait du
PLU

Les dispositions à prendre doivent tenir compte de la capacité de rétention d'eau du terrain en temps de pluie, des caractéristiques et de l'occupation du sous-sol, des caractéristiques constructives et de la vulnérabilité des bâtiments existants conservés sur le terrain ou contigus au terrain, ainsi que des contraintes particulières d'exploitation du réseau.

L'atteinte des objectifs d'abattement nécessite d'intégrer la gestion de l'eau de pluie au plus près de son point de chute. L'infiltration est le premier niveau d'intervention. La fragmentation des surfaces d'infiltration suivant la répartition des espaces libres et bâtis est la plus adaptée à l'occupation du sol et sous-sol parisien, l'infiltration diffuse étant à privilégier.

Ce qui est
OBLIGATOIRE

Les modalités d'infiltration doivent être déterminées en tenant compte des caractéristiques du projet et de son environnement, suivant les différents paramètres qui font l'objet des recommandations détaillés ci-après.

Ce qui est
CONSEILLÉ

I Capacités de rétention

La capacité de rétention des sols est liée à leur nature et à celle du sous-sol (capacité d'infiltration/coefficient de perméabilité minimal, de stockage, de portance en fonction des usages, stabilité...). Des mesures appropriées peuvent contribuer à améliorer ces capacités de rétention. Ainsi, pour les surfaces au sol existantes déjà imperméabilisées, il est conseillé lorsque cela est possible de les rendre perméables avec des aménagements de type cours pavées ou végétalisation de pleine terre*.

Ce qui est
CONSEILLÉ

2 Occupation du sous-sol

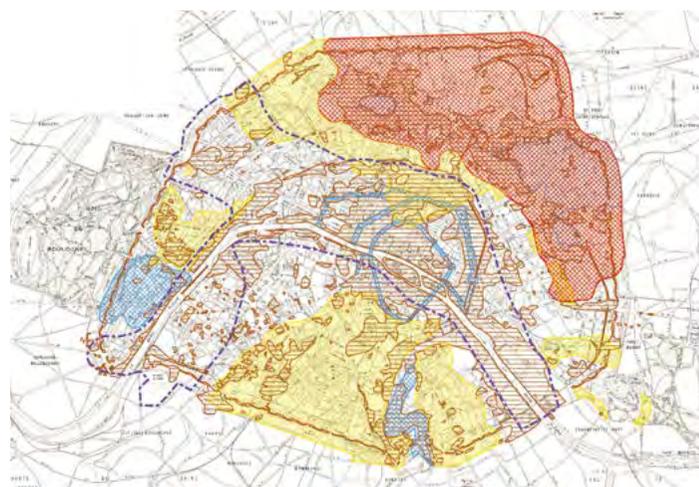
Dans les zones sensibles cartographiées par l'Inspection Générale des Carrières (cf. ci-contre), il est conseillé de réaliser une étude de sol, lorsque celle-ci n'est pas déjà imposée par le règlement du zonage d'assainissement.

Dans les deux cas, elle permettra d'identifier la profondeur de la nappe phréatique, les éventuelles carrières et ouvrages (réseaux ferrés, canalisations et conduites, parc de stationnement, caves et autres programmes enterrés...), dont la présence induit certaines précautions, et de définir in-fine les dispositifs d'infiltration les plus adaptés.

Les demandes techniques liées au sous-sol peuvent être adressées à l'Inspection Générale des Carrières, à igc.dvd@paris.fr (L'ensemble des coordonnées de l'IGC sont consultables sur paris.fr)

A NOTER : Les autorisations d'urbanisme peuvent être subordonnées à l'avis de l'IGC .

CARACTERISATION GENERALE DU SOUS-SOL PARISIEN

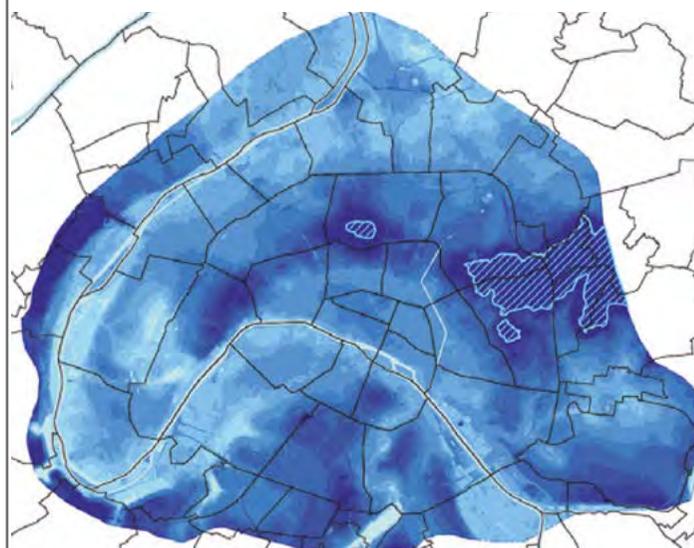


Zones possibles d'infiltrations des eaux pluviales sur PARIS

-  Zone de remblais de mauvaise qualité
-  Zone 1 : zone très sensible
-  Zone 2 : zone sensible
-  Zone 3 : zone argileuse
-  Zone 4 : Zone de dépression de nappe

IGC (Inspection Générale des Carrières) - mars 2013

PROFONDEUR DE LA NAPPE PHREATIQUE ET LOCALISATION DES NAPPES PERCHEES EN 2012

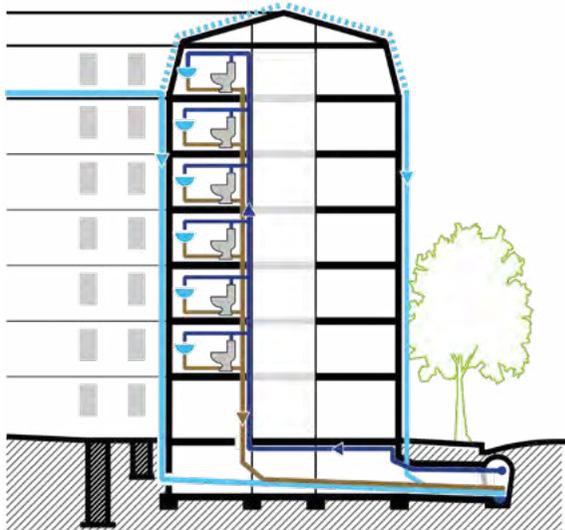


Profondeur de l'eau

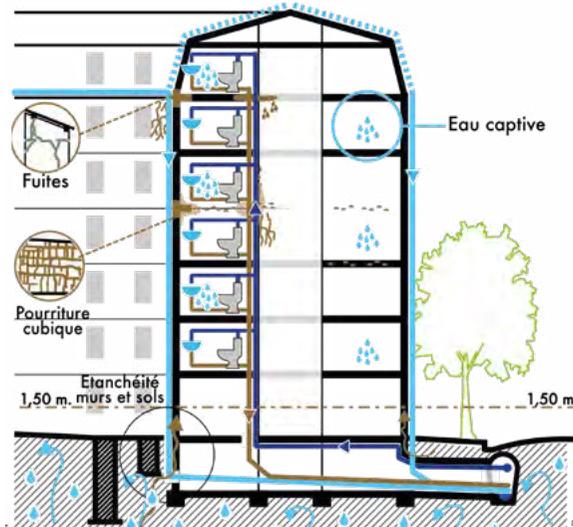
-  Eau à l'air libre
-  2,5 à 5 m
-  5 à 7,5 m
-  7,5 à 10 m
-  10 à 15 m
-  15 à 20 m
-  20 à 25 m
-  25 à 30 m
-  30 à 35 m
-  Plus de 35 m
-  Nappe perchée

Aurélie Lamé, Mathieu Fernandez, APUR

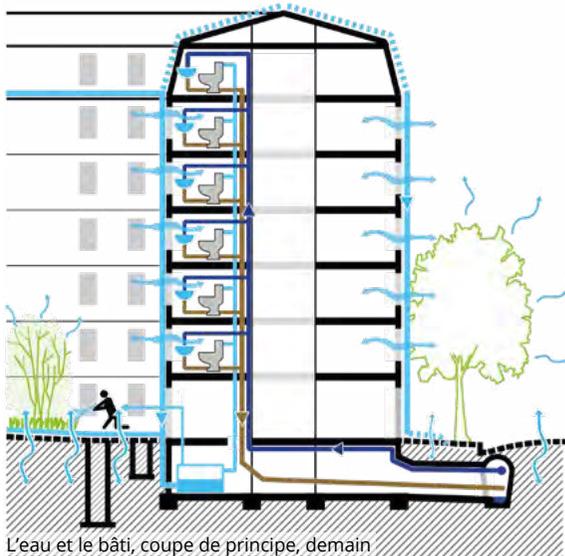
LE CYCLE DE L'EAU A L'ECHELLE DU BATI, ETAT ACTUEL ET POSSIBLE*



L'eau et le bâti, situation courante, fin XIX^e - XXI^e siècles à nos jours



L'eau et le bâti, désordres, fin XIX^e - XXI^e siècles à nos jours



L'eau et le bâti, coupe de principe, demain

A NOTER : La désimperméabilisation des sols va dans le sens d'une amélioration des échanges sol-air : l'eau peut s'infiltrer dans les sols mais aussi s'évaporer. Cela permet de réduire les risques de nappes captives à proximité des fondations du bâti et par conséquent de sa dégradation par remontées capillaires.

— Eau pluie — Eau potable — Eau usée

3 Caractéristiques constructives et vulnérabilité des bâtiments existants

Les désordres les plus courants liés à l'eau sont dus à des fuites de réseaux et/ou à un mauvais entretien des dispositifs d'écoulement (exemple : gouttières, avaloirs).

Pour les bâtiments existants conservés sur le terrain ou contigus au terrain, il est conseillé de faire un examen au cas par cas, qui permettra d'identifier leur vulnérabilité. Si nécessaire, des solutions particulières pour réduire la vulnérabilité du bâti peuvent être mises en œuvre : drainage, écrantage, étanchéification des fondations ou du dispositif de gestion des eaux pluviales (exemple : noue étanche).

Le bâti peut également présenter des caractéristiques patrimoniales ou de densité nécessitant des solutions adaptées.

4 Contraintes d'exploitation du réseau

Comme indiqué dans la partie « Abattement et rejets », des mesures de limitation du débit de rejet au réseau sont prescrites dans certains secteurs identifiés par le plan de zonage pluvial (zone hachurée). Elles s'ajoutent au respect de l'abattement volumique correspondant à la couleur de la zone. Il est conseillé d'identifier cette éventuelle contrainte dès l'amont du projet.

* Pour en savoir plus sur le cycle de l'eau dans le bâti, consulter l'étude APUR sur apur.org

Extrait du

PLU

Dans le cas où les caractéristiques du terrain ne permettent pas d'assurer une rétention naturelle d'eau satisfaisante, doivent être prévus des dispositifs de rétention complémentaires aux possibilités du réseau utilisant des techniques alternatives de maîtrise des eaux pluviales.

Les aménagements et dispositifs favorisant la récupération et la rétention des eaux pluviales, au sol par la pleine terre, hors sol par la végétalisation des toitures, terrasses, façades ou murs, doivent être privilégiés.*

Les configurations du tissu urbain, en particulier à Paris, ne permettent pas toujours une rétention naturelle de l'eau de pluie sur la surface considérée.

Pour autant, il reste nécessaire de limiter le ruissellement et les rejets au réseau, en mettant en œuvre le cas échéant des dispositifs – on parle des techniques alternatives - qui permettent de maîtriser la gestion de la pluie au plus près de son point de chute :

- ➔ rétention dans un substrat, de pleine terre* ou hors-sol, végétalisé ou non permettant l'évaporation, l'absorption par les végétaux et l'infiltration progressive (noues urbaines, espaces végétalisés infiltrants de pleine terre, cours pavées perméables, toitures végétalisées...);
- ➔ stockage dans des ouvrages permettant leur réutilisation dans des usages extérieurs (arrosage), voire intérieurs au bâti (nettoyage) ;
- ➔ stockage dans des ouvrages régulant le débit de fuite de rejet au réseau.

A NOTER : Une gestion alternative optimale des eaux de pluie a des effets induits sur la reconquête des milieux aquatiques, et donc sur la faune et la flore qui y vivent ainsi que sur les usages rendus possibles (exemple : la baignade).

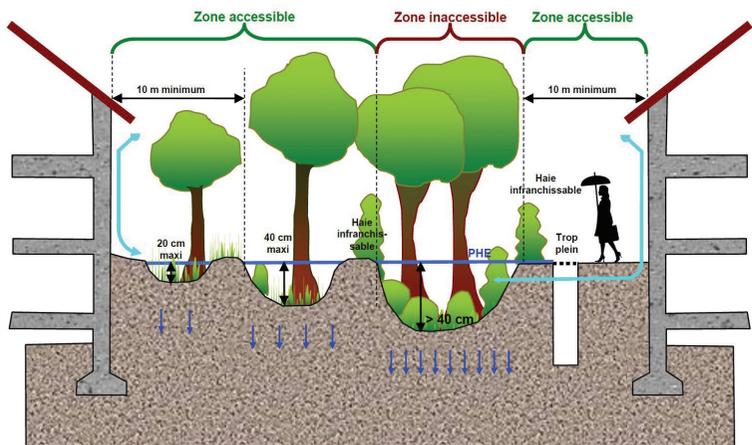
Ce qui est

OBLIGATOIRE

Dans une situation qui ne permettrait pas l'abattement par infiltration, des dispositifs de récupération et de rétention, sans rejet au réseau, doivent être prioritairement mis en œuvre.



PRINCIPE D'IMPLANTATION DE 3 JARDINS DE PLUIE A PROXIMITE DE BATIMENTS



Si le décaissement - qui sert de stockage temporaire avant absorption par le substrat végétal - fait plus de 20 cm, alors il convient de préserver une distance minimal de 10 mètres avec la façade des bâtiments. Un décaissement supérieur à 40 cm doit être protégé afin d'être rendu inaccessible (haie, grillage...). La côte d'entrée du trop-plein donne la côte des plus hautes eaux (PHE). Ce trop-plein peut être relié au réseau ou à un autre dispositif de gestion des eaux pluviales.

DPE

CAPACITES DE STOCKAGE ET DE TEMPORISATION DES TOITURES VEGETALISEES

TYPE DE TOITURE VEGETALISEE	EPAISSEUR MINIMALE DE SUBSTRAT	HAUTEUR DE LAME D'EAU ABSORBEE (équivalent en terme de pluie de projet d'une durée de 4 heures)
Extensive	5 cm	4 mm (2 semaines)
Extensive	10 cm	8 mm (2 mois)
Extensive	15 cm	12 mm (3 mois)
Intensive	20 cm	15 mm (5 mois)
Intensive	30 cm	22 mm (1 an)
Jardin suspendu	50 cm	32 mm (3 ans)
Jardin suspendu	80 cm	38 mm (5 ans)
Pleine terre	+	48 mm (10 ans)

DPE

Ce qui est CONSEILLÉ

Il est conseillé de privilégier la rétention au sol, car elle permet de réintégrer les eaux pluviales dans le cycle naturel de l'eau et de s'affranchir le plus possible des techniques hydrauliques liées à la mise en place de réseaux (technique dite « du tuyau »). La mise en place d'une végétalisation permet d'atteindre de meilleures performances. Il est également conseillé d'étudier les possibilités de stockage sur toitures en y intégrant une végétalisation comme décrit au chapitre 3 de ce guide.

Pour avoir des conseils sur la conception de dispositifs de gestion à la source, se référer au Guide d'accompagnement pour la mise en œuvre du zonage pluvial à Paris, consultable sur paris.fr.

Pour aller PLUS LOIN

Il est conseillé de viser l'objectif de zéro rejet au réseau lorsque cela est possible, d'éviter le transport des eaux et, le cas échéant, de privilégier les écoulements naturels (non canalisés) et gravitaires à l'air libre.

Il est conseillé de se rapprocher des services de la DPE en charge des eaux pluviales le plus en amont possible dans l'étude du projet. A cette fin, les experts de la DPE peuvent être consultés à l'adresse suivante : parispluie@paris.fr

Il est également conseillé aux maîtres d'ouvrage de se renseigner sur les subventions dont peuvent bénéficier leurs projets de gestion des eaux pluviales, de la part de :

- ➔ l'Agence de l'eau Seine-Normandie : subvention d'études visant à réduire les pollutions de temps de pluie grâce à des dispositifs de gestion des eaux pluviales, et/ou de travaux de déconnexion (pour les zones initialement branchées au réseau) mettant en œuvre de tels dispositifs...
- ➔ la Région Ile-de-France : subventions de travaux pour gérer les eaux pluviales de manière alternative et contribuer au Plan Climat et à l'amélioration du cadre de vie ;
- ➔ la Mairie de Paris (direction du Logement et de l'Habitat) : accompagnement dans le cadre du dispositif « Eco-rénovons paris » (cf. chapitre I).

SOUTIEN AUX PROJETS

Les conditions de soutien aux projets de gestion des eaux pluviales sont consultables aux liens suivants [l'Agence de l'eau Seine-Normandie](#), [Région Ile-de-France](#)

VI - MODALITES DE REUTILISATION

Extrait du
PLU

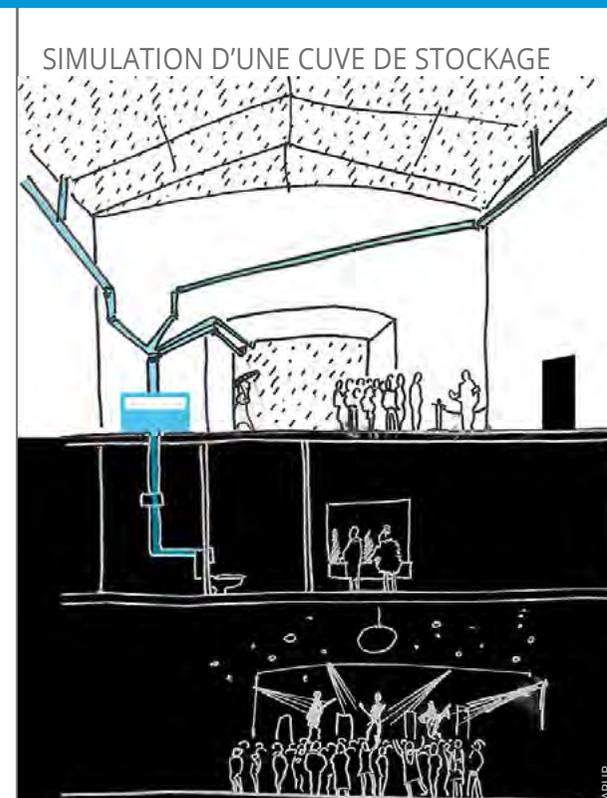
La réutilisation des eaux pluviales pour les usages avec lesquels elle est compatible est recommandée, dans le respect de la réglementation.

Avec le changement climatique, la ressource en eau va devenir de plus en plus précieuse. En outre, sa potabilisation coûte cher, alors que les différents usages ne nécessitent pas tous la même qualité d'eau. L'eau de pluie peut ainsi répondre à certains besoins (alimentation des sanitaires et des machines à laver, d'une part, et à l'arrosage et le nettoyage, d'autre part). En outre, cette réutilisation contribue à réduire les volumes d'eau pluviale rejetée au réseau.

La réutilisation d'eau de pluie se fait dans le cadre législatif et règlementaire en vigueur, défini notamment par l'arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments qui fait autorité. Les conditions d'installation (art. 3) et de maintenance des équipements de récupération de l'eau de pluie (art. 4) sont également précisées dans cet arrêté.

USAGES AUTORISÉS	USAGES INTERDITS
 <p>→ Pour les eaux de pluies collectées à l'aval des toitures inaccessibles au public, les usages domestiques extérieurs aux bâtiments, mais l'arrosage doit être effectué en dehors des horaires d'accueil du public.</p>	 <p>→ Les usages domestiques intérieurs si les eaux récupérées proviennent de toitures en amiante-ciment ou en plomb.</p>
 <p>→ Pour ce même principe de collecte, les usages domestiques intérieurs aux bâtiments : WC, lavage des sols et des véhicules, lavage du linge (à titre expérimental).</p>	 <p>→ Les usages liés à des établissements recevant un public potentiellement sensible (crèches, écoles maternelles et élémentaires, établissements, sociaux et médicaux sociaux, pour personnes âgées,...) et fragile au plan sanitaire (cabinets médicaux et dentaires, laboratoires...).</p>
 <p>→ Les usages professionnels et industriels.</p>	 <p>→ Les usages récréatifs.</p>

A NOTER : Lors de la mise en place de ce type d'installation, il est obligatoire de faire une déclaration d'usage en mairie (article R2224-19-4 du CGCT*).



Dessin et photomontage





Cuve sur toiture pour le stockage et l'utilisation des eaux pluviales dans le potager - École des Boutours, Rosny-sous-Bois

APUR



Cuve enterrée pour le stockage et la réutilisation des eaux de pluie - jardin Serge-Gainsbourg

DPE

Ce qui est
CONSEILLÉ

Il est conseillé d'étudier les possibilités de réutilisation, soit dans l'objectif de réduire les volumes d'eau pluviale rejetée au réseau, soit pour réduire les consommations d'eau potable.

En effet, il est difficile en pratique d'atteindre simultanément ces deux objectifs : réduire les volumes d'eau pluviale nécessite d'avoir des cuves vides capables d'absorber les pluies alors que la recherche d'économies d'eau potable nécessite d'avoir de grandes cuves pour être le plus autonome possible.

Il est conseillé d'étudier la réutilisation en solution complémentaire d'autres techniques, particulièrement dans les sites densément construits et ne disposant pas de beaucoup d'espaces libres susceptibles de stocker et/ou d'infiltrer l'eau de pluie. Son utilisation pour l'arrosage, voire pour le nettoyage des espaces libres extérieurs, est la plus simple et la plus courante.

A NOTER : Les ouvrages de stockage et utilisation des eaux de pluies ne peuvent être comptabilisés dans le cadre de l'abattement du zonage pluvial (règle de la chaîne d'orage), sauf à permettre une déconnexion complète du réseau (pas de trop plein par exemple). Le dispositif doit également être alimenté uniquement en eau de pluie (pas de « mélanges d'eaux »).

Pour aller
PLUS LOIN

L'utilisation d'eau pluviale pour des usages sanitaires est plus complexe mais peut être intéressante dans certains cas.

Le contexte parisien - bâti dense, peu d'espace disponible et existence d'un réseau d'Eau Non Potable (ENP) - tend à privilégier la mise en place de petites cuves de récupération pour l'alimentation des sanitaires de lieux fréquentés (les cuves sont susceptibles de se vider fréquemment), avec appoint en ENP.

Ainsi, pour une surface de toiture de 450 m², une cuve de 7 m³ serait suffisante pour alimenter une boîte de nuit (source : simulation, étude Apur 2015).

Ce dispositif est déjà pratiqué à Paris tant pour des grands équipements que pour des ensembles de logements et bureaux.

La conception de l'installation devra notamment prendre en compte :

- le lieu d'installation : principalement au rez-de-chaussée ou dans les caves et parkings, afin d'alimenter par exemple, restaurants, bars, salles de cinéma, salles de concert...
- le dimensionnement des cuves : en fonction des besoins en eau, d'une réduction maximale des rejets en égouts, et de la surface « récupérable » connectée à la cuve (et non en fonction de la pluviométrie) ;
- les coûts d'investissement et d'entretien : en fonction des situations, ils peuvent être réduits en limitant le recours à des solutions techniques trop complexes (pompes/surpresseurs, longueur de réseau...).

CONSEILS TECHNIQUES

Le pétitionnaire pourra trouver des conseils techniques sur la conception d'une installation sanitaire avec utilisation d'eau de pluie sur astee.org

SYSTEME DE RECUPERATION DES EAUX PLUVIALES POUR L'ALIMENTATION DES SANITAIRES



APPROCHE ECOSYSTEMIQUE

Approche prenant en compte les interactions dans les écosystèmes dont l'être humain dépend. Une action spécifique sur une composante de l'écosystème aura des répercussions sur l'ensemble des autres composantes. Dans le cas de la gestion des eaux pluviales, les techniques de gestion à la source comme la désimperméabilisation ou la végétalisation auront des effets conjoints comme une contribution à la réduction des îlots de chaleur urbains ou le redéveloppement de la biodiversité.

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 ».

CGCT

Code général des collectivités territoriales.

MATIERE BIOSOURCEE

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.

PLUIE DECENNALE

Un événement décennal a un temps de retour de 10 ans ; c'est-à-dire qu'il a une probabilité de 1/10=10% d'être dépassé chaque année. La pluie décennale est définie comme une pluie de type « double triangle », de durée 4 heures et de cumul 48 mm. Son hyétogramme, servant de base de calcul, est présenté en annexe 4 du règlement du zonage d'assainissement parisien.

RESEAU D'ASSAINISSEMENT UNITAIRE

On parle de réseau unitaire lorsque la collecte des eaux usées, domestiques et industrielles, et des eaux pluviales est réalisée dans une même canalisation (ou dans un même réseau).

SDAGE

Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux.

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 VEGETAL ET DE RENFORCEMENT DU VEGETAL

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.

SRCE

Schéma régional de cohérence écologique.

SURFACE VEGETALISEE PONDEREE

La surface végétalisée pondérée est une valeur qui peut intervenir dans la détermination des surfaces d'espaces libres règlementaires 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 (DU), Service communication et concertation - Crédits : APC - APUR, Amélie Lamé, Mathieu Fernandez - 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 Vigüé ; DPA, Clément Dorval, Daniel Lifermann ; DPE ; DU, Christophe Jacquet, Jacques Leroy, Guy Picard - Inspection Générale des Carrières (IGC) - Paris Habitat - planbatimentdurable.fr - SOLIHA 15/92/95 - Septembre 2018