

# RÉVISION DU PLU de SAINT CERGUES

## 5-2 - ORIENTATION D'AMÉNAGEMENT ET DE PROGRAMMATION THÉMATIQUE B

### THÉMATIQUE ÉNERGIE ET CLIMAT

OAP établie par le bureau Altéréo pour le compte d'Annemasse Agglo et complétée par Espaces et Mutations pour la commune de Saint-Cergues

# OAP Thématique Énergie Climat

ORIENTATIONS D'AMÉNAGEMENT ET DE PROGRAMMATION TRANSVERSALES  
SUR LA THÉMATIQUE "ÉNERGIE-CLIMAT"



Annemasse **Agglo**  
Annemasse - Les Voirons Agglomération

**altereo**  
eau et territoires durables

## Préambule

Notre agglomération connaît déjà les premiers effets du dérèglement climatique, au sein d'une région alpine qui se réchauffe plus rapidement que la moyenne. Plusieurs conséquences sont déjà connues et doivent être intégrées dans nos politiques d'aménagement du territoire : canicules, effets d'îlots de chaleur, plus forte variabilité des précipitations et modification des régimes hydrologiques des cours d'eau. L'artificialisation et l'imperméabilisation des sols accentuent par ailleurs la perte de biodiversité et affaiblissent la résilience du territoire. Préparer et adapter le territoire à ces nouvelles réalités nécessite un engagement fort et collectif. Au cours de ce mandat, nous avons ainsi approuvé et lancé de nombreuses démarches et documents de planification témoignant d'ambitions environnementales fortes, afin d'essayer d'élever le territoire à la hauteur des défis que sont la transition énergétique et l'adaptation au changement climatique. Notre Schéma de Cohérence Territoriale (2021), notre Schéma Directeur de l'Énergie (2022), puis le lancement de la révision de notre Plan Climat Air Énergie Territorial déclinent cette ambition dans de nombreux domaines : habitat, consommation foncière, nature en ville et biodiversité, eau, mobilité, qualité de l'air, sobriété et transition énergétique, etc.

Afin de garantir l'ambition forte de nos documents stratégiques, nous nous sommes fixés des objectifs à construire collectivement afin d'accompagner la traduction réglementaire et opérationnelle de notre projet politique. L'intégration dans chaque PLU d'une Orientation d'Aménagement et de Programmation transversale sur la thématique de l'énergie et de l'adaptation au changement climatique, dite « OAP Énergie-Climat », telle que décidée lors de l'élaboration de notre SCoT, présentera deux volets. Le volet "énergie" présentant des orientations pour tendre vers la sobriété énergétique tout en posant des principes de production et de consommation d'énergies renouvelables. La partie "adaptation du territoire au changement climatique" touche à de nombreux thèmes (habitat, biodiversité, mobilité, etc.) et cherche à renforcer la direction déjà prise sur des principes d'aménagement résilients.

L'OAP Énergie-Climat est accompagnée d'un portrait de territoire et d'une boîte à outils réglementaires. Le portrait de territoire fait l'état des lieux des enjeux de l'Agglomération, et de chaque commune sur l'adaptation au changement climatique et la transition énergétique. Fort de ce diagnostic, la concertation collective nous a permis de définir les principes de l'OAP qui répondent aux problématiques soulevées. En dernier lieu, chaque commune dispose de la boîte à outils pour adapter les principes de l'OAP dans leur règlement de PLU.

L'ensemble des documents et du projet répond également à un besoin de pédagogie, d'informations et de dialogue avec les pétitionnaires dans un souci de clarification des principes d'aménagement. Les orientations sont décrites et illustrées afin que l'ensemble des acteurs puisse mieux s'approprier les éléments et participer aux besoins d'adaptation du territoire.

***Note de la commune de Saint-Cergues : l'OAP thématique Climat-Energie est une reprise de l'OAP réalisée par Annemasse Agglo et ajustée sur quelques points de détails pour tenir compte des spécificités de la commune de Saint-Cergues.***

Les objectifs d'Annemasse Agglomération.....	p05
Le Schéma de Cohérence Territoriale d'Annemasse Agglomération.....	p06
L'insertion de l'OAP thématique au sein du PLU.....	p07
Prise en main OAP thématique.....	p08

## 1 / PROMOUVOIR ET ENCADRER LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ..... p10

- Suivre les obligations réglementaires en vigueur en matière d'Énergie Renouvelable
- Pour toutes les opérations d'aménagement nouvelles ou de rénovations, encourager la réalisation d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables
- Porter la réflexion de la production d'énergies renouvelables à l'échelle de l'habitat collectif (pour les chaudières collectives, les panneaux solaires), de l'îlot d'habitation (pour les réseaux de chaleur) ou plus (pour l'autoconsommation collective).
- Inciter les nouveaux projets à rester connecté au réseau afin de faire bénéficier du surplus de production
- Maximiser la production d'énergie sur les espaces déjà imperméabilisés

### DÉVELOPPER LES RÉSEAUX DE CHALEUR

- Valoriser les réseaux géothermiques et bois-énergie
- Faire de chaque opération et de rénovation une opportunité de production d'énergies renouvelables et notamment de développement de réseau de chaleur

- Dans le cas d'opérations de construction ou rénovation d'immeubles collectifs résidentiels et d'immeubles tertiaires, un système de chauffage collectif est recommandé

### DÉVELOPPER LES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

- Encourager les panneaux solaires thermiques et photovoltaïques sur le toit ou en façade
- En cas de toiture plate, imposer sa valorisation en développant des panneaux photovoltaïques et/ou de la végétation
- Lors de la rénovation ou la construction d'une toiture, renforcer la portance, afin de pouvoir installer un système de production d'énergies renouvelables (photovoltaïque)
- Encourager le développement d'ombrières photovoltaïques sur les parkings non végétalisés

## 2 / MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES ET FAVORISER LE CONFORT THERMIQUE ..... p 16

### EXPLOITER LES POTENTIALITÉS CLIMATIQUES DU SITE

- Privilégier une double orientation des bâtiments
- Rechercher l'intégration de volumes non chauffés pouvant assurer des fonctions de tampons thermiques

### FAVORISER LA VENTILATION NATURELLE DU BÂTI

- Intégrer des systèmes de ventilation naturelle et de circulation de l'air
- Privilégier des principes de volumétrie qui favorisent un maximum de logements traversants

### METTRE EN PLACE DES PROTECTIONS SOLAIRES

- Intégrer dans les projets des protections solaires adaptées, fixes ou mobiles
- Favoriser l'intégration de la végétation dans les dispositifs de protections solaires
- En cas d'alignement sur voirie, profiter d'un recul pour végétaliser les pieds d'immeubles et éviter les ponts thermiques au niveau du sol

### RÉDUIRE LE STOCKAGE DE CHALEUR PAR LES MATÉRIAUX

- Favoriser l'inertie des bâtiments
- Privilégier les revêtements présentant un albédo élevé (façades, toitures et sols), dans le respect du contexte paysager et architectural

## LUTTER CONTRE LES DÉPERDITIONS THERMIQUES

- Concevoir des volumes construits limitant la déperdition d'énergie
- Favoriser la mitoyenneté des constructions

## FAVORISER UNE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTALE PERFORMANTE

- Limiter la consommation d'énergie grise

## METTRE EN PLACE UN PRINCIPE DE "TRAME NOIRE"

- Les dispositifs d'éclairage public et privé des voiries d'accès, des parkings et des bâtiments privilégieront des lampes économes en énergie et un nombre mesuré de luminaires
- Les dispositifs devront permettre de diriger les faisceaux lumineux vers le sol afin de limiter leurs impacts sur la faune et la santé humaine
- Privilégier un éclairage éteint en dehors des heures de fortes fréquentations
- Privilégier les lampadaires bas afin de limiter leurs impacts sur la faune et la flore

## 3 / VÉGÉTALISER POUR MIEUX S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

p22

### GARANTIR ET AMÉLIORER LA PERMÉABILITÉ DES SOLS

- Privilégier la végétalisation des espaces aménagés (espaces de jeux, parcs, cours de récréation, etc..) et des espaces privés
- Privilégier des revêtements perméables, puis drainants le cas échéant, pour limiter le ruissellement
- Privilégier les formes urbaines ayant une faible emprise au sol en zone urbaine dense et maintenir ainsi un maximum d'espaces perméables
- Mettre en place, au moment des chantiers, des zones inaccessibles à la vie du chantier afin de préserver les milieux naturels dès lors que la configuration du site et les contraintes techniques le permettent

### ENCOURAGER LA VÉGÉTALISATION ET AUGMENTER LA FRAÎCHEUR DES ESPACES URBAINS

- Mettre en place des coefficients environnementaux au sein du règlement écrit (pleine terre, espaces libres, biotope, biodiversité, etc...)
- Limiter au maximum les revêtements minéraux favorisant les îlots de chaleur au sein des espaces libres
- Maintenir des espaces de pleine terre et des revêtements végétalisés
- Privilégier des teintes claires pour les revêtements de sols ou les toitures terrasses afin d'absorber ou réfléchir la chaleur (notion d'albédo)

### NOUVELLES PLANTATIONS

- Privilégier les espèces locales et adaptées
- Privilégier une végétalisation diversifiée en espèces et éviter les espèces allergènes

### CONFORTER LA TRAME VERTE URBAINE

- Préserver les éléments importants (arbres remarquables, haies, espaces boisés, zones humides) et conforter par de nouvelles plantations
- Les clôtures ne sont pas obligatoires.
- Les clôtures devront être perméables pour le passage de la petite faune

### GESTION DE L'EAU

- Maximiser les surfaces permettant l'infiltration des eaux pluviales
- Identifier et préserver les points d'eau existants pouvant contribuer au confort hygrométrique des espaces extérieurs
- Maintenir et valoriser les zones humides et points d'eau existants
- Privilégier des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales à ciel ouvert : noues, jardins de pluies
- Demander des études et des plans de rabattement de nappes pour les permis collectifs comprenant un parking souterrain, dans les secteurs identifiés à risque par la commune

### CHOISIR LES BONNES TECHNIQUES DE VÉGÉTALISATION (guide d'aide à la décision)

**CONSTRUIRE EN PENTE**

- Limiter les terrassements et les mouvements de terre en déblais ou en remblais pour respecter le paysage environnant
- Privilégier le sens dominant de la pente pour aligner perpendiculairement le faitage aux courbes de niveaux, dans le respect du contexte paysager et architectural
- Concevoir les espaces avec la pente (création de demi-niveau, intégration des garages dans la pente)
- Les pièces annexes tels que les buanderies, celliers, ateliers, seront positionnées contre la pente dans les parties non éclairées naturellement
- La réalisation des stationnements sera réalisée au plus près de la route/rue, en limite de terrain pour limiter l'impact d'un chemin à flanc de coteau

**DIVISIONS PARCELLAIRES / NE PAS FIGER LES TISSUS ET FAVORISER LEUR ÉVOLUTIONS**

- Dès lors que le contexte urbain et paysager le permet, privilégier l'implantation des constructions à l'alignement ou en limites séparatives
- Privilégier la création d'espaces libres d'un seul tenant pour augmenter le potentiel d'évolution (extensions, divisions parcellaires)

- Mutualiser les voies d'accès et les stationnements dans le cas de divisions parcellaires pour éviter leur multiplication (éviter les parcelles en drapeau)

**GÉRER LA DENSITÉ EN LIMITE DE TISSU PAVILLONNAIRE**

- Privilégier les enjeux de transition d'échelle urbaine et de jardins entre le front bâti plus dense et le tissu pavillonnaire
- Pour éviter des effets de monobloc, le programme privilégiera des césures entre les bâtiments
- Pour réduire les effets de hauteurs et de coupure d'ensoleillement, les hauteurs des bâtiments seront pensées de manière graduelle
- L'implantation des constructions sera en retrait de voirie pour permettre un frontage végétalisé pour garantir le confort des logements en RDC et pour privilégier le confort des habitants et la désimperméabilisation

**DÉVELOPPER UN STATIONNEMENT QUALITATIF POUR DIVERSIFIER LES DÉPLACEMENTS**

- Créer le stationnement à un emplacement facile d'accès et accessible PMR
- Prévoir des aménagements pour les cycles et accessoires
- Prévoir une sécurisation des emplacements, protégeant des vols et des détériorations de vélos
- Prévoir des espaces de circulations adaptés
- Prévoir des emplacements vélos suffisants
- Un traitement paysagé sera recherché pour les places de stationnements automobiles
- Optimiser et sécuriser l'accès des véhicules aux espaces de stationnement privé
- Encourager l'installation de bornes de recharges électriques

**ADAPTER LE RÉSEAU DE VOIRIE**

- Choisir le profil de voirie et de végétalisation en fonction de la localisation du projet

**DÉVELOPPER LES MODES ACTIFS**

- Porter une réflexion globale sur un maillage continu et lisible de liaisons douces à l'échelle de l'îlot et du quartier
- Assurer la création de voies cyclables dans les projets urbains

## Contexte et enjeux

Les orientations qui sont définies dans cette Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) contribuent à répondre aux enjeux énergétiques et climatiques.

Ces orientations s'inscrivent dans un contexte national et participent à répondre aux objectifs de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte de 2015. Ces objectifs sont la réduction des émissions de polluants et de gaz à effet de serre, la baisse de consommation énergétique ou encore le développement de la part des énergies renouvelables dans la consommation.

L'OAP participe également à la transcription de la loi d'Évolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique (ELAN) prévoyant la réglementation environnementale RE 2020, fixant l'objectif d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

## Les objectifs d'Annemasse Agglomération

La mise en œuvre de la transition énergétique au niveau local passe par l'élaboration d'une politique d'aménagement et d'urbanisme renouvelée dans laquelle l'agglomération d'Annemasse souhaite s'inscrire. Dans ce contexte local, Annemasse Agglomération souhaite répondre aux 3 objectifs suivants qui reprennent les prescriptions du Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO) du SCoT.

### Maîtriser les consommations énergétiques

- Permettre la **requalification et l'amélioration du bâti** (niveau BBC Rénovation)
- Autoriser et favoriser **l'isolation thermique par l'extérieur**, en permettant de déroger aux règles relatives aux marges de retrait et de recul, sous réserve de ne pas altérer les qualités patrimoniales du bâti
- **Anticiper les réglementations thermiques en vigueur** et chercher à être plus vertueux. Les documents réglementaires doivent déterminer des niveaux de performance et de consommation énergétiques ambitieux et peuvent pour cela identifier des secteurs d'application :
  - Pour les constructions neuves (toutes vocations comprises) ;
  - Pour les rénovations énergétiques sur le bâti existant nécessitant une autorisation d'urbanisme
- Veiller à la cohérence de leur réglementation pour permettre la mise en œuvre dans les bâtiments de **solutions énergétiques sobres et efficaces**
- Réfléchir à une **alimentation énergétique mutualisée des aménagements publics** (système de production de chaleur commun, production d'énergies renouvelables, etc.)
- **Optimiser l'éclairage public** pour diminuer la consommation et réduire la pollution tout en évitant la perturbation des écosystèmes et de la biodiversité

### Augmenter la part des énergies renouvelables locales dans la consommation énergétique

- Définir une part significative de la **couverture des besoins en énergie primaire des nouvelles constructions par la production d'énergies renouvelables**
- Favoriser l'implantation de **dispositifs de production d'énergie renouvelable** sur le bâti neuf et existant en veillant à l'intégration paysagère
- Identifier les principaux espaces compatibles et favorables à l'implantation de production d'énergies renouvelables

Faire la promotion des **panneaux photovoltaïques sur les surfaces de toitures des nouveaux bâtiments d'activités**, en s'assurant systématiquement que la structure soit compatible en charge et étanchéité avec l'accueil des panneaux a posteriori. Il est nécessaire de définir une surface de toiture minimale à partir de laquelle la couverture (partielle ou complète) est obligatoire.

### S'adapter au changement climatique en anticipant et atténuant ses effets

- Préserver et **développer les plantations d'arbres, les espaces verts et la végétalisation**
- Permettre la **réalisation de toitures végétalisées et de sur-toitures**, à l'exception des secteurs où l'intérêt patrimonial des bâtiments le justifie
- **Limiter l'imperméabilisation des sols** et préserver la présence de l'eau
- **Généraliser la mise en œuvre des principes du bioclimatisme** dans la conception des nouvelles constructions afin de maximiser les apports solaires et la ventilation naturelle ;
- Favoriser le recours aux **matériaux et aménagements de couleurs claires**
- Prendre en compte l'objectif de **confort thermique**
- Intégrer dans leurs documents locaux d'urbanisme une étude de faisabilité sur la désimperméabilisation de surfaces déjà aménagées à l'échelle de la commune, en compensation de l'ouverture de zones à l'urbanisation, en cohérence avec la recommandation du SDAGE

Cette OAP s'insère également en prévision de la révision du PCAET.

L'OAP permet donc à la fois la mise en compatibilité des PLU au SCoT en déclinant ces prescriptions et la mise en œuvre du SCoT.

# Le Schéma de Cohérence Territoriale d'Annemasse Agglomération

## Les axes du Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du SCoT

Le PADD du SCoT est structuré en trois grands axes :

- 1 - Préserver et mettre en valeur un cadre de vie apaisé et de qualité entre Léman et Mont Blanc
- 2 - Planifier un développement maîtrisé qui s'appuie sur une urbanisation solidaire, équilibrée et structurée
- 3 - Affirmer l'image et promouvoir le rayonnement agglomération ouverte et innovante.

## L'orientation 3.5 du DOO du SCoT "Un territoire engagé dans la transition énergétique et la lutte contre le changement climatique"

Le Document d'orientations et d'objectifs, à travers son orientation 3.5, promeut **une haute performance environnementale et énergétique globale du territoire**. Il entend lutter contre la précarité énergétique des ménages en imposant des prescriptions fortes en matière de performance du bâti et réduction des consommations énergétiques tout en apportant des leviers en matière d'adaptation du territoire au changement climatique. Il inscrit les grands objectifs suivants :

Les objectifs chiffrés se précisent à travers les diverses prescriptions et recommandations de l'axe 3.5 du DOO du SCoT qui se décline en quatre grands objectifs :

- **Inscrire le territoire dans une transition énergétique et écologique engagée, en lien avec le PCAET**
- **Maîtriser les consommations énergétiques du territoire**
- **Augmenter la part des énergies renouvelables locales dans la consommation énergétique du territoire**
- **S'adapter au changement climatique en anticipant et atténuant ses effets**

Objectifs 2030	Objectifs européens (Pacte vert 2020) <i>Par rapport à 1990</i>	Objectifs nationaux (loi TECV et SNBC) <i>Par rapport à 1990</i>	Objectifs régionaux (SRADDET) <i>par rapport à 2015</i>	Objectifs locaux (PCAET et SDE Annemasse Agglo) <i>par rapport à 2008</i>
Emissions territoriales de gaz à effet de serre par rapport à 1990	- 55%	- 40%	-30%	-56% (pour 2050)
Consommations énergétiques du territoire	-36%	-20%	-23%	-25%
Part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale du territoire	atteindre 55%	atteindre 32 % (x2)	atteindre 32 %	atteindre 12 % (x2,4)

[Objectifs chiffrés dans l'orientation 3.5, SCoT Annemasse Agglomération](#)

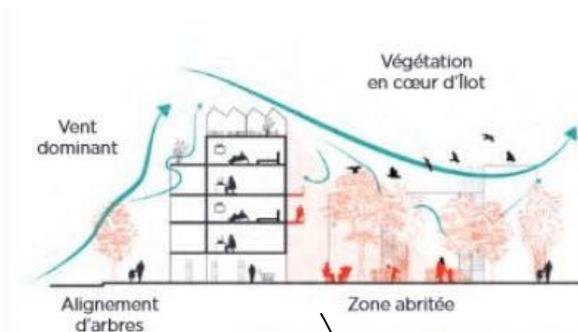


## 2/MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES

### FAVORISER LA VENTILATION NATURELLE DU BÂTI

Il s'agit de favoriser la ventilation naturelle du bâti pour une conception bioclimatique du bâti afin d'éviter le recours à une ventilation mécanique contrôlée. La ventilation naturelle permet d'évacuer les surplus de chaleur qui s'accumulent dans le bâtiment, d'évacuer l'humidité et de renouveler l'air. Pour pouvoir faire entrer l'air extérieur il s'agit de concevoir des bâtiments traversants et identifier les façades sous le vent du projet.

- **Intégrer des systèmes de ventilation naturelle et de circulation de l'air**
  - Favoriser une bonne ventilation par l'orientation et l'implantation des bâtiments notamment par rapport aux vents d'ouest qui permettent d'assurer une bonne ventilation au sein du quartier.
  - Créer des ouvertures dans le front bâti peut permettre également d'assurer la ventilation du quartier.
- **Privilégier des principes de volumétrie qui favorisent un maximum de logements traversants**
  - En faveur du confort d'été : Planter les bâtiments en favorisant la circulation des vents estivaux dominants.
  - En faveur du confort d'hiver : Protéger les bâtiments des vents hivernaux dominants.



OAP PLUM Nantes Métropole, 2020

### METTRE EN PLACE DES PROTECTIONS SOLAIRES

Pendant la saison chaude, il s'agit de protéger les bâtiments du rayonnement solaire afin d'éviter toute surchauffe. Ces protections doivent être conçues de manière à profiter des apports en hiver. Les dispositifs à privilégier sont :

- Les débords de toitures et les casquettes
- Les brises soleils horizontaux sur les façades sud
- Les brises soleils verticaux, volet et végétation sur les façades est et ouest

Il est nécessaire de privilégier les arbres à feuilles caduques, qui créent de l'ombre et protègent de la surchauffe en été et inversement favorisent les apports solaires en hiver.

- **Intégrer dans les projets des protections solaires adaptées, fixes ou mobiles**
  - Il est conseillé d'implanter des protections solaires adaptées sur les façades sud, est et ouest afin de protéger le bâtiment des rayonnements solaires en été.
- **Favoriser l'intégration de la végétation dans les dispositifs de protections solaires**
  - Deux options sont à envisager :
    - Plantation d'arbres en pleine terre au sud
    - Mise en place d'un dispositif de plantes grimpantes le long de la façade et bénéficiant d'une surface de pleine terre en pied de façade
- **Profiter d'un éventuel recul, en cas d'alignement sur voirie, pour végétaliser les pieds d'immeubles et éviter les ponts thermiques au niveau du sol**
  - L'intégration d'un recul végétalisé en pied d'immeuble permet d'éviter la surchauffe entre le bitume et le mur de la façade.
  - Privilégier un recul de 60 cm environ.
  - Privilégier les arbres des hauts-jets

Les orientations de l'OAP à respecter dans un rapport de compatibilité

Des précisions et éléments complémentaires à l'orientation pour aider à la compréhension et la prise de décisions

# **1/ PROMOUVOIR ET ENCADRER LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES**

# 1/ PROMOUVOIR ET ENCADRER LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'enjeu énergétique s'inscrit dans un contexte environnemental et économique d'urgence (lutte contre le réchauffement climatique, forte hausse du prix des énergies). Le développement des énergies renouvelables constitue une des principales solutions (réseau de chaleur, développement des panneaux photovoltaïques, production de géothermie). On peut aussi compter sur la mise en place d'un éclairage public et privé raisonné et économe en énergie.

La production d'énergie renouvelable représente un enjeu fort d'indépendance énergétique, de transition énergétique et de changement climatique :

- **Raccordement au réseau de chaleur** : la collectivité développe des réseaux de chaleur. Lorsque le réseau dessert un quartier, c'est la solution à privilégier pour s'approvisionner en énergie (chauffage et eau chaude sanitaire notamment)
- **Le solaire** : l'énergie solaire permet la production d'électricité par le solaire photovoltaïque et la production de chaleur par le solaire thermique.
  - Les panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques peuvent être installés de différentes façons. Ils peuvent être placés sur le toit (intégrés au bâti ou en surimposition), **en privilégiant les façades Sud-Est et Sud-Est/Sud-Ouest.**
- **La géothermie** permet de produire de la chaleur, grâce à différentes techniques d'exploitation des nappes d'eau superficielles ou aquifères en associations. Les calories captées dans le sol sont restituées au bâtiment via la ventilation. Les performances de la géothermie peuvent être améliorées par une pompe à chaleur.

La mise en place de ces principes doit être prise en compte dès la conception du bâti pour bénéficier des potentiels de chaque site et maximiser les rendements.

Lors de la construction ou la rénovation d'un bâtiment, il convient systématiquement de le rendre compatible avec la production d'énergies renouvelables (notamment au niveau de la portance).

- **Suivre les obligations réglementaires en vigueur en matière d'Énergies Renouvelables**
- **Pour toutes les opérations d'aménagement nouvelles ou en rénovation, encourager la réalisation d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables**

- **Porter la réflexion de la production d'énergies renouvelables à l'échelle de l'habitat collectif (pour les chaudières collectives, les panneaux solaire), de l'ilot d'habitation (pour les réseaux de chaleur) ou plus (pour l'autoconsommation collective)**
- **Inciter les nouveaux projets à rester connecté au réseau afin de faire bénéficier du surplus de production**
- **Maximiser la production d'énergie sur les espaces déjà imperméabilisés**
  - Notamment les parkings et les friches polluées

**Un taux de production d'énergies renouvelables de 30% obligatoire pour les nouvelles constructions, à usage industriel, artisanal, d'entrepôts ou soumises à une CDAC de plus de 1 000m<sup>2</sup> d'emprise au sol** (Article 47 de la loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat). La part de production d'énergies renouvelables dans le bilan énergétique devra représenter à minima 30% du Cep pour les constructions neuves.

Le DOO du SCoT d'Annemasse Agglo prescrit également que *"les documents d'urbanisme locaux devront définir une part significative de la couverture des besoins en énergie primaire eau chaude sanitaire et chauffage) des nouvelles constructions par des équipements de production d'énergies renouvelables"*.

Modalités du calcul du taux d'EnR :

- EnR&R : Énergies renouvelables et de récupération
- Le Cep correspond aux consommations conventionnelles d'énergie primaire du bâtiment. Dans la RE2020, il sera calculé sur :
  - Les 5 usages de la RT2012 (chauffage, refroidissement, ECS, éclairage et auxiliaires de ventilation et de distribution).
  - Les consommations associées aux déplacements internes des occupants, éclairage et ventilation des parties communes.

## FICHE RE2020 (rappel)

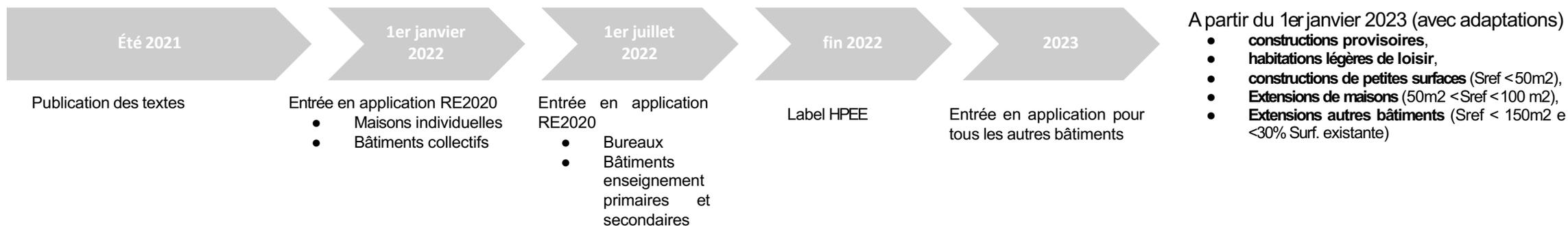
### RE2020 : Une nouvelle étape vers une future réglementation environnementale des bâtiments neufs plus ambitieuse contre le changement climatique

La nouvelle réglementation environnementale des bâtiments neufs (la « RE2020 ») a été introduite par la loi « Evolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique » (ELAN), pour une entrée en vigueur à partir du 1er janvier 2021. Son enjeu majeur est de **diminuer significativement les émissions de carbone du bâtiment**. Elle repose pour cela sur une transformation progressive des techniques de construction, des filières industrielles et des solutions énergétiques, afin de maîtriser les coûts de construction et de garantir la montée en compétence des professionnels.

#### Enjeux :

- **Diminuer l'impact sur le climat des bâtiments neufs** en prenant en compte l'ensemble des émissions du bâtiment sur son cycle de vie, dès la construction. Cela permettra d'une part d'inciter à des modes constructifs qui émettent peu de gaz à effet de serre ou qui permettent d'en stocker tels que le recours aux matériaux biosourcés. D'autre part, la consommation de sources d'énergies décarbonées sera encouragée, notamment la chaleur renouvelable.
- **Poursuivre l'amélioration de la performance énergétique et la baisse des consommations des bâtiments neufs**. La réglementation ira au-delà de l'exigence de la réglementation actuelle, en insistant en particulier sur la performance de l'isolation quel que soit le mode de chauffage installé, grâce au renforcement de l'indicateur « de besoin bioclimatique » (dit « Bbio »).
- **Garantir aux habitants que leur logement sera adapté aux conditions climatiques futures** en introduisant un objectif de confort en été. Les bâtiments devront mieux résister aux épisodes de canicule, qui seront plus fréquents et intenses du fait du changement climatique.

Comme pour la RT 2012, la RE 2020 poursuit l'amélioration de la performance énergétique et la baisse des consommations des bâtiments neufs. Les cinq usages réglementaires de la RT 2012 - le chauffage, le refroidissement, l'éclairage, la production d'eau chaude sanitaire et les auxiliaires (pompes et ventilateurs) - sont toujours présents ; **la RE 2020 y ajoute la mobilité des occupants internes au bâtiment (ascenseurs, escalators) et d'autres auxiliaires (parkings et parties communes des collectifs)**. La méthode de calcul de la performance énergétique utilise donc des algorithmes de calcul identiques ou similaires à ceux de la RT 2012 avec quelques adaptations et compléments



Une application progressive par jalons entre 2022 et 2031, avec un renforcement des exigences tous les 3 ans.

## Les objectifs et les 6 indicateurs réglementés de la RE 2020

### Energie

#### Sobriété énergétique et décarbonation de l'énergie

##### Bbio : Besoins bioclimatiques

- Bbio : -30% par rapport aux exigences de la RT2012
- Bbio -20% pour les petites maisons (<70m<sup>2</sup>) et les petits collectifs (<500m<sup>2</sup>)
- Clés de réussite : bioclimatisme (inertie, orientation), forte compacité, isolation renforcée

##### Cep : Conso. en énergie primaire

- Il intègre les consommations énergétiques du bâtiment : chauffage, ECS, rafraîchissement, éclairage, VMC et consommations liées aux déplacements (ascenseurs, éclairage, parkings).
- Clés de réussite : choix du système constructif, éclairage naturel, systèmes énergétiques performants

##### Cep.nr : Part non renouvelables des conso. en énergie primaire

- Electricité du réseau
- Gaz réseau
- Clés de réussite ; privilégier les sources d'énergies renouvelables

##### Ic énergie : Impact carbone des consommations d'énergie

- Il évalue les émissions de gaz à effet de serre par unité de surface générées par les consommations énergétiques pendant l'ensemble du cycle de vie de la construction.
- **A partir de 2022 pour les maisons individuelles et 2025 pour les bâtiments collectifs : abandon progressif du gaz en tant que vecteur énergétique principal. Recours à la chaleur renouvelable : PAC, RCU performants, énergie bois.**
- Clés de réussite : forte importance du système énergétique ++, privilégier les mixtes énergétiques, sorties des énergies fossiles.

### Carbone

#### Réduction de l'empreinte carbone des bâtiments neufs

##### Ic construction : Impact carbone des matériaux, équipements et phase chantier

- Impact sur les émissions de gaz à effets de serre des différentes phases pour l'ensemble du cycle de vie du bâtiment sur une période de référence de 50 ans : extraction des ressources, production/fabrication, transports, construction, exploitation
- A partir de 2025 : changement progressif des modes constructifs : recul du béton, intégration de la structure bois et des matériaux bio sourcés, + de recyclage et de réemploi, optimisation des données environnementales
- Clés de réussite : Calepinage des matériaux, optimisation des niveaux non habitables (infra..), privilégier les matériaux avec les moins impactantes en CO<sub>2</sub>

### Confort d'été

#### Amélioration du confort en cas de fortes chaleurs

##### DH -Degré-heures : somme des degrés d'inconfort en période estivale

- Un nouvel indicateur pour prendre en compte l'intensification des épisodes caniculaires
- L'indicateur DH (degré-heures d'inconfort, en ° C.h) **évalue l'inconfort perçu par les occupants.** Il exprime **la durée et l'intensité des périodes d'inconfort dans le bâtiment sur une année.** C'est un compteur qui cumule, sur l'année, les degrés d'inconfort relevés heure par heure.
- Clés de réussite : volumes traversants, brasseur(s) d'air, protections solaires passives (brise soleil, casquette, volets persiennes), volet roulant motorisé asservi crépusculaire

Grâce à ces 6 indicateurs, la réglementation RE 2020 va :

- Imposer des adaptations ou des innovations sur la conception du bâti pour limiter les besoins en énergie
- Favoriser les solutions exploitant les énergies renouvelables pour limiter les consommations et l'impact environnemental
- Privilégier les matériaux à faible impact carbone et inciter à limiter leur quantité
- Imposer la prise en compte du confort d'été et développer des solutions permettant de garantir ce confort

# 1/ PROMOUVOIR ET ENCADRER LE DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

## DÉVELOPPER LES RÉSEAUX DE CHALEUR

L'objectif est de développer de nouveaux réseaux de chaleurs et de développer de nouveaux raccordements à ces derniers. Il semble intéressant de classer les réseaux en rendant obligatoire le raccordement des bâtiments situés dans un périmètre défini. Ainsi les constructions neuves, les opérations de réhabilitation lourdes et les installations nécessitant une chaudière collective, situées dans les périmètres de proximité des réseaux **devront s'y raccorder pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (voir le règlement écrit du PLU).**

- **Valoriser les réseaux géothermiques et bois-énergie**
- **Faire de chaque opération de logements collectifs, une opportunité de production d'énergies renouvelables et notamment de développement de réseau de chaleur**
- **Dans le cas d'opérations de construction ou rénovations d'immeubles collectifs résidentiels et d'immeubles tertiaires, un système de chauffage collectif est recommandé**
  - Cela permettra un raccordement ultérieur à un réseau futur si une étude de faisabilité en confirme l'intérêt.

15

## DÉVELOPPER LES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

Afin de maximiser le rendement des panneaux solaires, il est nécessaire de **prendre en compte les ombres portées** en lien avec la présence de bâtiments, d'arbres et autres obstacles. Il est important qu'aucun arbre ne fasse de l'ombre aux toitures afin d'optimiser la production solaire.

Si l'arrêté tarifaire du 9 mai 2017, a mis fin au **dispositif d'intégration au bâti pour les installations photovoltaïques implantées en toiture** ( $\leq 100$  kWc), celle-ci reste fortement conseillée afin de **favoriser l'intégration architecturale, urbaine et paysagère** de ces dispositifs, en particulier dans le cas d'une visibilité importante, pour les projets de constructions neuves et de rénovation.

Dans le cas d'une toiture-terrasse, la question de l'orientation doit être définie au cas par cas. Une rangée de panneaux solaires peut créer de l'ombre sur la rangée de derrière. **Les panneaux devront idéalement être positionnés plein sud, avec un degré d'inclinaison de 30°. Cette configuration permet une production maximale d'électricité en milieu de journée.**

- **Encourager les panneaux solaires thermiques et photovoltaïques : ils seront prévus sur le toit dans les zones d'habitat et sont, en outre, admis en façade en zones Ue et Ux**
  - Possibilité d'éviter les panneaux solaires au sein des coteaux ou à flanc de montagne (intégration paysagère)
  - Les panneaux solaires au sol sont à concentrer sur les friches dégradées et sont interdits dans les espaces naturels et agricoles.
- **En cas de toitures plates, imposer sa valorisation en développant des panneaux photovoltaïques et/ou de la végétation**
  - Les toitures combinées permettent au bâtiment de profiter de l'énergie solaire et de l'isolation thermique de la toiture végétalisée. Cette implantation combinée doit néanmoins être réfléchiée pour que les deux procédés ne se fassent pas concurrence.
- **Lors de la rénovation ou la construction d'une toiture, renforcer la portance, afin de pouvoir installer un système de production d'énergie renouvelable (photovoltaïque)**
  - Les travaux sur toiture peuvent également permettre d'autres opérations en lien avec cette OAP : une couverture végétale ou à défaut des matériaux à albédo élevé.
- **Encourager le développement d'ombrières photovoltaïques sur les parkings non végétalisés**
  - Obligatoires pour les nouveaux espaces de stationnements non végétalisés **de plus de 500m<sup>2</sup> (Loi Climat et Résilience)**
  - Seront autorisés pour les espaces de stationnement d'un dimensionnement inférieur

# GUIDE DE BONNES PRATIQUES DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

## Autorisations d'urbanisme nécessaires

Catégorie de panneaux	Inférieur à 3 kW	Entre 3 et 250 kW	Supérieur à 250 kW
Panneau solaire au sol, hauteur maximale inférieure à 1,80 m	Pas de formalités	Déclaration préalable	Permis de construire
Panneau solaire au sol, hauteur maximale supérieure à 1,80 m	Déclaration préalable	Déclaration préalable	Permis de construire
Panneau solaire intégré à un bâtiment existant	Déclaration préalable qu'elle que soit la puissance		

Source : articles R.421-9, R.421-2 et R.421-1 du code de l'urbanisme.

Les installations solaires photovoltaïques ont des effets **potentiellement défavorables sur l'environnement** et plus précisément sur :

- **le paysage** : les installations liées à des bâtiments ou à une infrastructure ont un impact visuel, notamment en termes de couleur, et donc sur le paysage dans lesquelles elles s'intègrent. Les installations au sol modifient elles aussi le paysage, de façon potentiellement moins marquée qu'avec les éoliennes, en raison d'une absence de mouvement de telles installations, de leurs couleurs et de leurs horizontalités ;
- **la consommation d'espaces** : les installations photovoltaïques au sol mobilisent de l'espace (2 à 3 ha pour produire 1 MW). Afin d'éviter de consommer des sols agricoles ou naturels, il est recommandé de privilégier des terres non cultivables : friches, décharges fermées, abords d'infrastructures routières, etc. ;
- **la faune** : les modules solaires, les locaux techniques nécessaires à une installation au sol peuvent venir perturber la faune terrestre.

La réussite d'un projet passe donc nécessairement par la prise en compte des effets potentiellement défavorables sur l'environnement. La réglementation actuelle, que nous ne détaillerons pas ici, peut amener les projets à évaluer ces impacts et à proposer des solutions pour les éviter, les réduire et/ou les compenser.

### Implantation de panneaux solaires au sol

Les panneaux solaires peuvent poser question, dans la mesure où ils peuvent consommer des espaces agricoles, aujourd'hui de plus en plus rares. Il peut s'avérer alors plus pertinent de privilégier des terres non cultivables, ou des friches industrielles. Sans aller jusqu'à interdire l'implantation de projets solaires au sol, différents éléments de doctrine vont dans ce sens, comme la circulaire de 2009 relative au développement et au contrôle du solaire au sol. Les services régionaux des DREAL peuvent avoir produit des éléments de positionnement concernant l'implantation de projets solaires au sol : il peut s'avérer intéressant de les consulter, avant la création d'emplacements réservés dans le règlement du PLUi.

Cerema Lyon, Extrait fiche n°03 Les dispositions du PLUi en matière de photovoltaïque, Janvier 2017

## Les installations raccordées au réseau électrique



### Les systèmes posés ou intégrés à un bâtiment

Les modules sont intégrés à la toiture des bâtiments et remplacent les éléments de couverture traditionnels. Ils peuvent aussi, dans certains cas, remplir d'autres fonctions (bardage, verrière, garde-corps). Leur surface varie de quelques dizaines à quelques milliers de mètres carrés, soit des puissances de quelques kilowatts-crête à quelques centaines de kilowatts-crête<sup>1</sup>.

## Différents types d'intégration du panneaux photovoltaïques



Panneaux photovoltaïques pour protéger un parking à vélo

### Les systèmes posés ou intégrés à des structures

Pour ces installations les panneaux remplissent une fonction bien identifiée en complément de la production d'électricité (ombrière de parking, couverture de passage public ou de quai de gare, mur anti-bruit, etc.). La surface de tels systèmes est en général de quelques centaines à quelques milliers de mètres carrés, soit des puissances de quelques dizaines à quelques centaines de kilowatts-crête



Panneaux photovoltaïques utilisés en pare-soleil.

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNÉES				
ORIENTATION \ INCLINAISON	0°	30°	60°	90°
	Est	0,93	0,90	0,78
Sud-Est	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest	0,93	0,90	0,78	0,55

Facteurs de correction des apports solaires pour une inclinaison et une orientation donnée. Pour une orientation Sud-Ouest, et une inclinaison de 30° par rapport à l'horizontal, le rendement du module est de 96 % par rapport à l'orientation optimale (orientation Sud et inclinaison de 30°). En grisé, les positions à éviter.

Source : © Hespul <http://www.photovoltaique.info>

## **2/ MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES ET FAVORISER LE CONFORT THERMIQUE**

## 2/ MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES ET FAVORISER LE CONFORT THERMIQUE

### EXPLOITER LES POTENTIALITÉS CLIMATIQUES DU SITE

La **conception bioclimatique** consiste à obtenir un confort thermique à la fois d'été et d'hiver grâce à son positionnement vis-à-vis de son environnement naturel.

- **Le confort d'hiver** correspond à une stratégie de "chaud" : profiter du rayonnement solaire pour obtenir de la chaleur, la conserver grâce à une isolation performante et la distribuer dans le bâtiment;
- **Le confort d'été** correspond à une stratégie de "froid" : se protéger des rayonnements solaires et des apports en chaleur, minimiser les entrées de flux chauds, dissiper la chaleur en excès et refroidir naturellement le bâti;

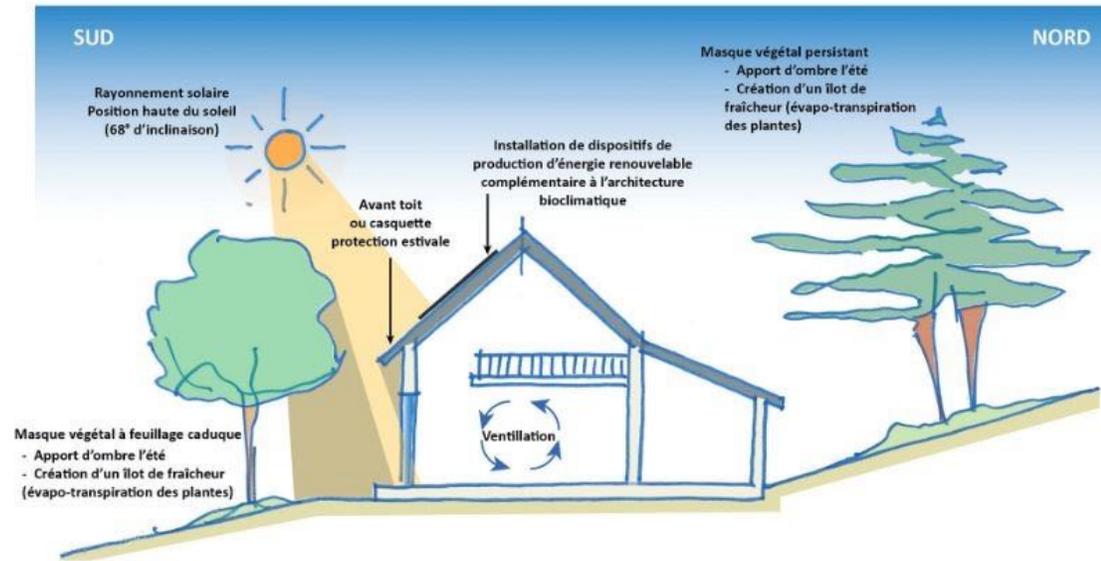
Trois paramètres sont importants pour **exploiter les potentialités climatiques du site** : **l'implantation, l'orientation et les formes de bâti.**

- **L'implantation du bâti** va permettre de déterminer l'éclairage, les apports solaires, les possibilités de ventilation naturelle;
- **L'orientation du bâti** doit prendre en compte : les besoins en lumière naturelle, les bénéfices du rayonnement solaire pour chauffer le bâtiment ou au contraire s'en protéger pour éviter les surchauffes des bâtiments, enfin la ventilation naturelle pouvant réchauffer le bâtiment en hiver le rafraîchir en été;
- **La forme et le bâti** sont également essentiels dans le bioclimatisme d'un bâtiment : ils marquent les surfaces en contact direct avec l'extérieur telles que les façades et les toits et par conséquent l'ampleur des pertes thermiques. Le défi consiste à définir une forme qui minimise ces pertes et permet un potentiel d'apport solaire et de lumière naturelle, exploitable grâce à des formes architecturales. L'éclairage intérieur est conditionné par des éléments tels que l'orientation des ouvertures, la géométrie de la pièce, ainsi que les caractéristiques des revêtements tant intérieurs qu'extérieurs. Intégrer tous ces facteurs permet d'évaluer en éclairage naturel et ainsi réduire la consommation en éclairage artificiel.
  - **L'inertie** d'un bâtiment permet de mesurer sa capacité à stocker la chaleur également à atténuer les effets de surchauffes dues aux apports solaires. Plus l'inertie est élevée, notamment grâce aux matériaux, plus le bâti se réchauffe et se refroidit lentement. Une inertie forte permet de restituer la chaleur notamment en hiver (confort d'hiver).

- **L'isolation du bâti** est importante. Une isolation par l'extérieur est efficace à la fois en été et en hiver en favorisant l'inertie, en supprimant les ponts thermiques et en favorisant la végétalisation au sol à proximité.
- **Les toitures et les façades végétalisées** renforcent l'inertie thermique et limitent les déperditions. Elles améliorent l'isolation des bâtiments. Elles participent au rafraîchissement de l'environnement du bâti par un accès visuel ou physique au végétal.
- **Encourager la réalisation d'une étude bioclimatique pour toutes les nouvelles opérations d'aménagement d'envergure à partir de 500 m<sup>2</sup> de surface de plancher**
- **Privilégier une double orientation des bâtiments**
  - Il s'agit de profiter des apports solaires passifs. L'implantation, l'orientation et la compacité des bâtiments sont des enjeux importants dans la conception.
    - En faveur du confort d'hiver : favoriser les apports solaires passifs en recherchant **les façades et les ouvertures orientées au sud**;
    - **Maximiser** les surfaces vitrées et les pièces à vivre exposées **au sud**;
    - **Minimiser** les surfaces vitrées et les pièces à vivre exposées **au nord**;
- **Rechercher l'intégration de volumes non chauffés pouvant assurer des fonctions de tampons thermiques**
  - Serres, vérandas, coursives, jardins d'hiver, doubles peaux, garages, celliers, etc...

## 2/ MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES ET FAVORISER LE CONFORT THERMIQUE

### PRINCIPES DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE EN ÉTÉ



**OCCULTER**

Bloquer les rayons solaires, notamment sur la façade sud (avant-toit, casquette, végétation,...)

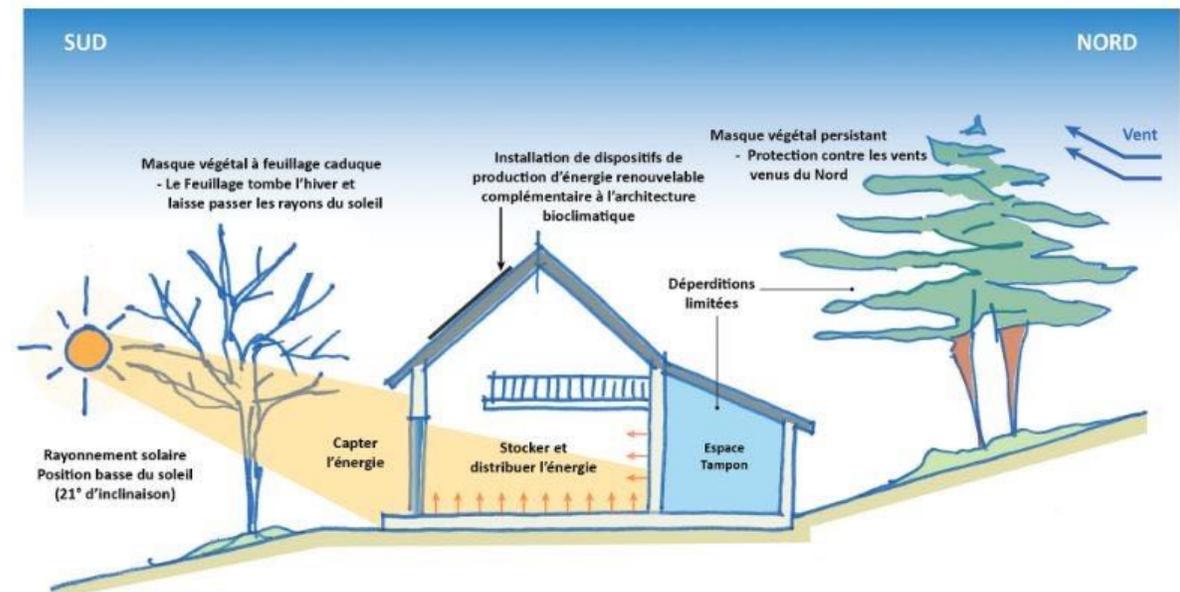
**MINIMISER**

- Limiter les ouvertures au Nord
- Privilégier les teintes claires
- Choisir des matériaux renvoyant la chaleur

**AERER**

- Faire circuler l'air au sein du bâtiment pour favoriser son renouvellement
- Utiliser la capacité des matériaux à emmagasiner cette fraîcheur pour la restituer le reste de la journée

### PRINCIPES DE L'ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE EN HIVER



**CAPTER**

Laisser entrer les rayons du soleil

**STOCKER**

Utiliser des matériaux qui emmagasinent de la chaleur

**DISTRIBUER**

Utiliser des matériaux qui redistribuent de la chaleur durant la journée

**CONSERVER**

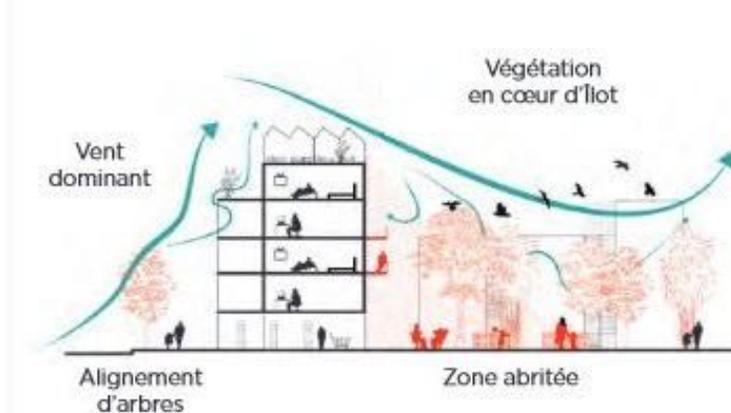
Isoler sa maison pour conserver la chaleur

## 2/ MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES ET FAVORISER LE CONFORT THERMIQUE

### FAVORISER LA VENTILATION NATURELLE DU BÂTI

Il s'agit de favoriser la ventilation naturelle du bâti pour une conception bioclimatique du bâti afin d'éviter le recours à une ventilation mécanique contrôlée. La ventilation naturelle permet d'évacuer les surplus de chaleur qui s'accumulent dans le bâtiment, d'évacuer l'humidité et de renouveler l'air. Pour pouvoir faire entrer l'air extérieur il s'agit de concevoir des bâtiments traversants et identifier les façades sous le vent du projet.

- **Intégrer des systèmes de ventilation naturelle et de circulation de l'air**
  - Favoriser une bonne ventilation par l'orientation et l'implantation des bâtiments notamment par rapport **aux vents d'ouest** qui permettent d'assurer une bonne ventilation au sein du quartier.
  - **Créer des ouvertures dans le front bâti** peut permettre également d'assurer la ventilation du quartier.
- **Privilégier des principes de volumétrie qui favorisent un maximum de logements traversants**
  - **En faveur du confort d'été** : Planter les bâtiments en favorisant la circulation des vents estivaux dominants.
  - **En faveur du confort d'hiver** : Protéger les bâtiments des vents hivernaux dominants.



OAP, PLUM Nantes Métropole, 2020

### METTRE EN PLACE DES PROTECTIONS SOLAIRES

Pendant la saison chaude, il s'agit de protéger les bâtiments du rayonnement solaire afin d'éviter toute surchauffe. Ces protections doivent être conçues de manière à profiter des apports en hiver. Les dispositifs à privilégier sont :

- **Les débords de toitures et les casquettes**
- **Les brises soleils horizontaux sur les façades sud**
- **Les brises soleils verticaux, volet et végétation sur les façades est et ouest**

Il est nécessaire de privilégier **les arbres à feuilles caduques**, qui créent de l'ombre et protègent de la surchauffe en été et inversement favorisent les apports solaires en hiver.

- **Intégrer dans les projets des protections solaires adaptées, fixes ou mobiles**
  - Il est conseillé d'implanter **des protections solaires adaptées sur les façades sud, est et ouest** afin de protéger le bâtiment des rayonnements solaire en été.
- **Favoriser l'intégration de la végétation dans les dispositifs de protection solaire**
  - Deux options sont à envisager :
    - Plantation d'**arbres en pleine terre au sud**
    - Mise en place d'un dispositif suffisant de **plantes grimpantes le long de la façade et bénéficiant d'une surface de pleine terre en pied de façade**
- **En cas d'alignement sur voirie, profiter d'un recul pour végétaliser les pieds d'immeubles et éviter les ponts thermiques au niveau du sol**
  - L'intégration d'un **recul végétalisé en pied d'immeuble** permet d'éviter la surchauffe entre le bitume et le mur de la façade.
  - Privilégier un recul de 3 mètres à minima afin de permettre l'intégration de nouvelles fosses d'arbres (9m3).

## 2/ MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES ET FAVORISER LE CONFORT THERMIQUE

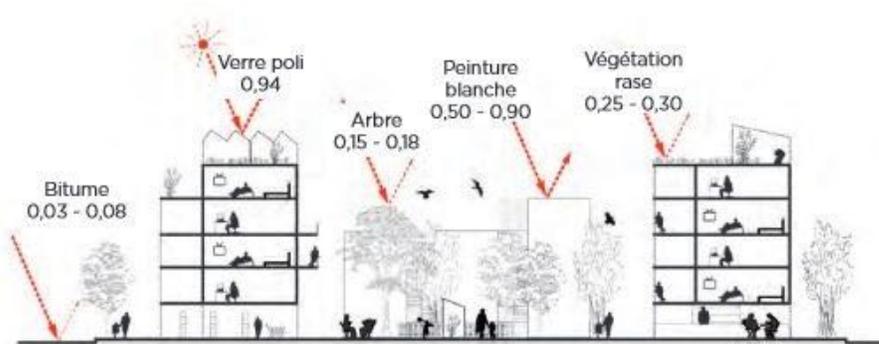
### RÉDUIRE LE STOCKAGE DE CHALEUR PAR LES MATÉRIAUX

Le choix des matériaux est important pour améliorer le confort extérieur et intérieur et a un impact sur la qualité et le confort thermique des constructions tout en limitant les consommations énergétiques.

- **Favoriser l'inertie des bâtiments**
  - L'inertie thermique permet l'accumulation de chaleur ou de fraîcheur puis restitution
  - Intégrer **des matériaux lourds** afin d'augmenter l'inertie des projets (pierre, terre crue ou cuite).
- **Privilégier les revêtements présentant un albédo élevé (façades, toitures et sols), dans le respect du contexte paysager et architectural**
  - Il s'agit de mettre en place notamment **des surfaces de couleurs claires** qui permettent de réfléchir les rayons du soleil, tout en gérant le risque d'éblouissement.

Pour limiter les consommations énergétiques d'un bâtiment, la qualité de l'enveloppe est essentielle. **La RE 2020** encadre strictement la construction des nouveaux bâtiments afin qu'ils soient très faiblement consommateurs.

A propos de la rénovation des bâtiments existants, la loi ELAN impose l'obligation de réduction des consommations énergétiques pour les bâtiments de plus de 1000 m<sup>2</sup>.

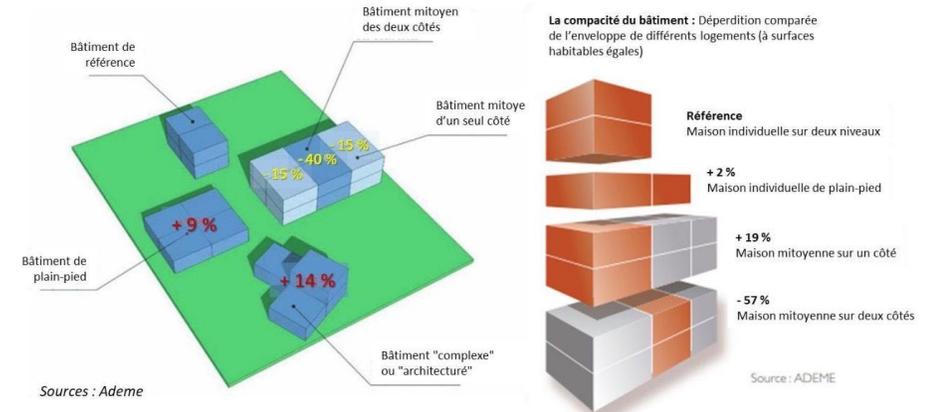


[Albedo des revêtements, Nantes Métropoles, 2020](#)

### LUTTER CONTRE LES DÉPERDITIONS THERMIQUES

La disposition des bâtiments a un impact sur les déperditions thermiques. Les bâtiments compacts et groupés (habitat intermédiaires) sont beaucoup plus économes que les bâtiments isolés.

- **Concevoir des volumes construits limitant la déperdition d'énergie** : En contexte urbain dense, il est intéressant de privilégier **des formes compactes et denses (voir exemples ci-dessous)**.
- **Favoriser la mitoyenneté des constructions** neuves ou au moment de l'extension d'une construction existante, tout en assurant une harmonie architecturale (règles de hauteur notamment)



+xx % ou - xx % : exemple de déperditions thermiques comparées de l'enveloppe de différents logements de 96 m<sup>2</sup>. Ces déperditions ont un effet direct sur la note de chauffage.

Les bâtiments compacts et groupés (habitat intermédiaires) sont beaucoup plus économes que les bâtiments isolés.

[Ville-la-Grand, 2019](#)

### FAVORISER UNE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTALE PERFORMANTE

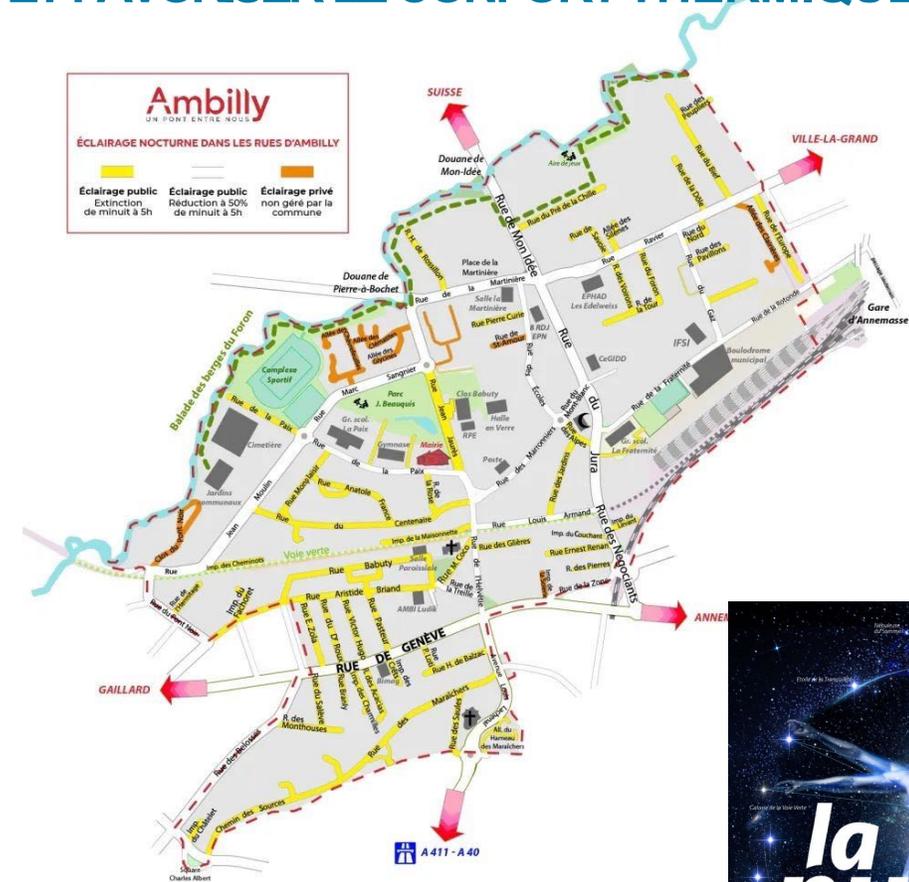
- **Limiter la consommation d'énergie grise**
  - Réutiliser les matériaux sur place, ou à l'échelle de l'opération, si la démolition est nécessaire (des pierres de bâti anciens qui pourraient être réutilisés comme mur ou dans des espaces publics).
  - Privilégier des biomatériaux pour la rénovation, notamment pour l'isolation ou pour les bardages tout en conservant une bonne composition de façade et d'harmonie.

## 2/ MAÎTRISER LES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES ET FAVORISER LE CONFORT THERMIQUE

### METTRE EN PLACE UN PRINCIPE DE "TRAME NOIRE"

Il convient de réduire, d'optimiser, ou tout du moins de réguler, l'éclairage artificiel nocturne public et privé notamment des espaces extérieurs **afin de préserver la biodiversité** mais également afin de réduire les **consommations énergétiques**. Il faut prendre en compte :

- **Le type d'éclairage et son efficacité énergétique** : les LED permettent de fournir la même puissance d'énergie tout en réduisant la consommation
  - **Son lieu d'implantation avec un éclairage raisonné** afin de réduire l'emprise au sol
  - **Les périodes d'éclairage** correspondant aux usages
- **Les dispositifs d'éclairage public et privé des voiries d'accès, des parkings et des bâtiments privilégieront des lampes économes en énergie et un nombre mesuré de luminaires**
    - Les ampoules type LED permettent de réduire les consommations énergétiques.
  - **Les dispositifs devront permettre de diriger les faisceaux lumineux vers le sol afin de limiter leurs impacts sur la faune et la santé humaine**
    - Une inclinaison à 70° est à privilégier.
    - L'éclairage doit se focaliser sur les cheminements piétons et trottoirs plutôt que sur la chaussée.
  - **Préférer un éclairage éteint en dehors des heures de fortes fréquentations**
    - Des détecteurs de mouvement pourront être utilisés aux endroits jugés nécessaires. A défaut, le spectre et l'intensité lumineuse des équipements seront réglables en fonction de la luminosité naturelle ou à partir d'une minuterie permettant la diminution de l'intensité entre minuit et 5h 00 à minima.
  - **Privilégier les lampadaires bas afin de limiter leurs impacts sur la faune et la flore et pour la santé humaine**
    - Une hauteur de 4,5m est conseillée pour limiter l'impact sur la biodiversité
    - Une couleur chaude est recommandée de jaune à orange (inférieur ou égal à 2700k)



Plan d'éclairage nocturne, Ambilly, 2023



# **3/VÉGÉTALISER POUR MIEUX S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

### 3 / VÉGÉTALISER POUR MIEUX S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

#### GARANTIR ET AMÉLIORER LA PERMÉABILITÉ DES SOLS

Afin de limiter la problématique de l'imperméabilisation des sols, il faut se positionner sur la gestion, en insérant des normes spécifiques, mais également dans les techniques destinées à favoriser l'infiltration des eaux pluviales.

La désimperméabilisation permet la réduction du ruissellement et le risque inondation, la recharge des nappes aquifères, la réduction de la sécheresse, l'amélioration du cadre de vie et du bien être des habitants, la création d'îlots de fraîcheur.

Ainsi, les sols doivent être préservés en raison de leur rôle primaire dans la gestion des eaux de ruissellement en favorisant l'infiltration locale de l'eau et en promouvant toutes les solutions qui permettent d'augmenter la perméabilité des sols.

- **Privilégier la végétalisation des espaces aménagés (espaces de jeux, parcs, cours de récréation, etc..) et des espaces privés**
  - A minima les pourtours des places de stationnement doivent être végétalisés.
  - Le choix de revêtement semi-végétalisés pour les emplacements de stationnement doit se faire au regard des critères d'entretien (voir guide de bonnes pratiques de végétalisation, p.28-32).
- **Privilégier des revêtements perméables, puis drainants le cas échéant, pour limiter le ruissellement**
  - Afin de réduire le risque d'infiltration d'eaux polluées, le SCoT demande dans les secteurs susceptibles de générer une pollution spécifique, de prévoir un prétraitement avant rejet des eaux pluviales au milieu naturel.
- **Privilégier les formes urbaines ayant une faible emprise au sol en zone urbaine dense et maintenir ainsi un maximum d'espaces perméables**
- **Mettre en place, au moment des chantiers, des zones inaccessibles à la vie du chantier afin de préserver les milieux naturels dès lors que la configuration du site et les contraintes techniques le permettent**

#### ENCOURAGER LA VÉGÉTALISATION ET AUGMENTER LA FRAÎCHEUR DES ESPACES URBAINS

Les secteurs d'urbanisation doivent prévoir **un accès aux espaces verts** (espaces de respiration) et une **ouverture sur les espaces naturels** environnant. L'espace vert ou végétalisé est considéré comme une aire de rafraîchissement en milieu urbain et comme un espace d'accueil de la biodiversité, avec une vraie valeur écologique.

- **Mettre en place des coefficients environnementaux au sein du règlement écrit (pleine terre, espaces libres, biotope, biodiversité, ...)**
  - Concernant les espaces verts de pleine terre, on privilégiera les sols profonds.
  - Dans le cas de végétalisation de toiture, on privilégiera des sols profonds
- **Limiter au maximum les revêtements minéraux favorisant les îlots de chaleur au sein des espaces libres**
- **Maintenir des espaces de pleine terre et des revêtements végétalisés**
  - Privilégier des arbres de haute-tige notamment
- **Privilégier des teintes claires pour les revêtements de sols ou les toitures terrasses afin d'absorber ou réfléchir la chaleur (notion d'albédo)**

### 3 / VÉGÉTALISER POUR MIEUX S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

#### ADAPTER LES NOUVELLES PLANTATIONS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La végétalisation permet de :

- **Rafrâchir l'air en été (ombrage) tout en garantissant un ensoleillement maximal** en hiver après la tombée de feuilles. Les plantations sont à privilégier à l'Ouest, au Sud-est et au Sud.
- **Atténuer les vents froids d'hiver et ainsi mieux conserver l'énergie à l'intérieur des bâtiments.** Les plantations sont à privilégier à l'Est, au Nord et à l'Ouest.

La végétalisation doit être intégrée dans chaque projet d'aménagement urbain, tant en pourtour des constructions qu'en toiture ou façade.

Les espèces invasives, les haies mono-végétales et continues sont à proscrire sur l'ensemble des limites séparatives ainsi que les plantations de hautes tiges. Les espèces locales et l'association de différentes espèces adaptées aux caractéristiques pédologiques, climatiques et paysagères du secteur doivent être privilégiées, en particulier pour la constitution de haies paysagères en limite séparatives.

#### • Privilégier les espèces locales et adaptées

- Les végétaux seront sélectionnés selon leurs qualités d'ombrage et d'évapotranspiration
- Préférer les arbres à feuilles caduques
- Lorsque cela est possible, des plants matures seront privilégiés à la place des jeunes plants
- Encourager la plantation d'essence mellifères, favorables à la biodiversité
- Les fosses d'arbres devront être suffisantes
- Liste des espèces exotiques et envahissantes, rhône alpes, mars 2020 URL: [http://especes-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2020/03/li\\_ste-hirarchise-eee-rhone-alpes.pdf](http://especes-exotiques-envahissantes.fr/wp-content/uploads/2020/03/li_ste-hirarchise-eee-rhone-alpes.pdf)

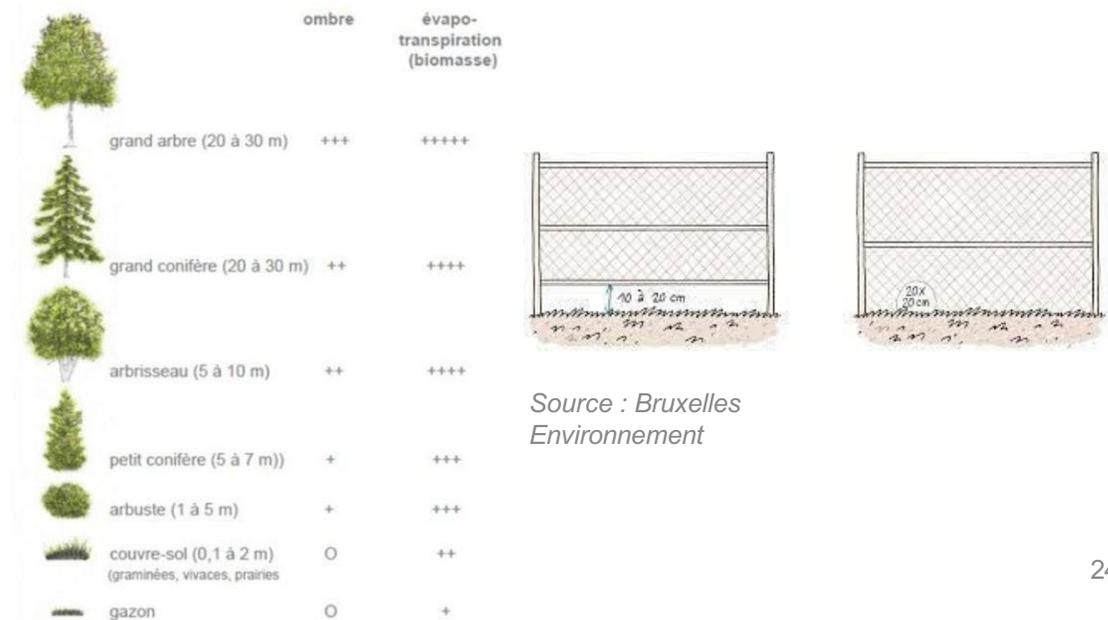
#### • Privilégier une végétalisation diversifiée en espèces et éviter les espèces allergènes

- Les espèces allergisantes et émettrices de composés organiques volatils sont à éviter.

#### CONFORTER LA TRAME VERTE URBAINE

Afin de concevoir une trame verte urbaine à l'échelle d'une commune, il s'agit d'abord de maintenir la continuité écologique, comme espace support de résilience du territoire (protéger les éléments importants) puis dans un second temps il s'agit de conforter la trame verte par le développement des clôtures/haies perméables. L'espace public comme l'espace privé participent au confort d'usages par leurs végétalisations.

- **Préserver les éléments importants (arbres remarquables, haies, espaces boisés, zones humides) et conforter par de nouvelles plantations**
- **Les clôtures ne sont pas forcément obligatoires.**
- **Les clôtures devront être perméables pour le passage de la petite faune**
  - **La perméabilité des haies ou des clôtures pour la petite faune** doit être prise en compte dans les aménagements envisagés. Une hauteur de 8 cm est conseillée.



Source : Bruxelles Environnement

Source : Guide sur le verdissement

### 3 / VÉGÉTALISER POUR MIEUX S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

#### GESTION DE L'EAU

La gestion des eaux pluviales vise à répondre à différents enjeux :

- Protéger les ressources en eau et les milieux naturels contre la pollution
- Lutter contre les risques d'inondations par ruissellement des eaux pluviales et l'érosion des sols
- Favoriser la recharge des nappes et des cours d'eau
- Préserver le bien-être en ville en luttant contre les îlots de chaleurs

Les grands principes :

1. **Préserver ou restaurer la perméabilité des sols** y compris dans les aménagements urbains, pour limiter le ruissellement
2. **Infiltrer** dès que c'est possible les eaux de ruissellement pour limiter les inondations par accumulation en aval
3. **Gérer les eaux pluviales "à la source"** c'est à dire au plus proche de là où elles tombent pour réduire le parcours de l'eau
4. **Adapter les formes urbaines et valoriser la place de l'eau dans le paysage et le cadre de vie en ville**

3 niveaux de gestion selon la fréquence et l'intensité des pluies :

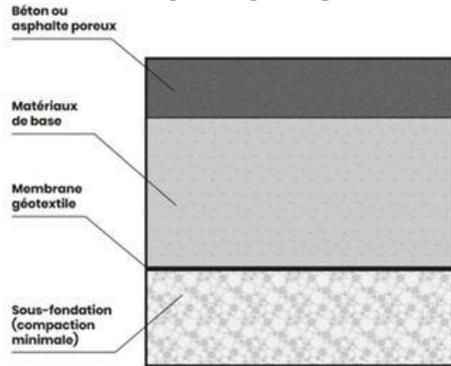
- **Pour la gestion des pluies courantes : une ville plus perméable**
  - Maintien des espaces de pleine terre et des zones humides, renaturation des cours d'eau
  - Mise en oeuvre de revêtements végétalisés
  - Aménagement simple de type espaces verts pour infiltrer les pluies courantes
- **Pour la gestion des pluies moyennes à fortes : des dispositifs intégrés in-situ, avec des solutions techniques multiples**
  - Priorité donnée à l'infiltration
  - Rétention temporaire et infiltration
  - Prise en compte des capacités d'infiltration, des contraintes à l'infiltration (pentes, risques naturels)
  - Panel de solutions techniques possibles : toitures terrasses stockantes, végétalisées ou non, fossés, noues, jardins de pluies, tranchées drainantes, espaces verts inondables
- **Pour les pluies exceptionnelles : limiter la vulnérabilité des personnes et des biens**
  - Anticiper les conséquences éventuelles des pluies exceptionnelles

Afin d'éviter la rétention des eaux pluviales, dans les secteurs à enjeux, la **réalisation d'aménagements paysagers et à dominante naturelle doit être privilégié**, de types fossés, noue ou dépression du terrain naturel ou existant. Sur ces aménagements, en cas de plantation, des espèces végétales adaptées aux milieux hydromorphes doivent être privilégiées.

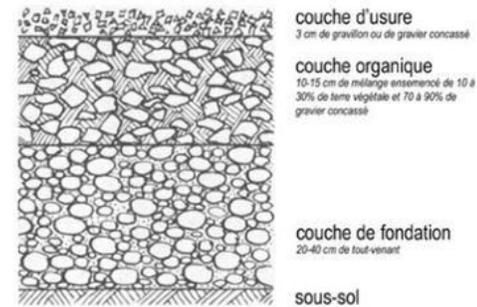
- **Maximiser les surfaces permettant l'infiltration des eaux pluviales**
  - 30 cm de pleine terre pour les toitures végétalisées permet de donner une vraie valeur écologique à la toiture.
- **Identifier et préserver les points d'eau existants pouvant contribuer au confort hygrométrique des espaces extérieurs**
- **Maintenir et valoriser les zones humides et points d'eau existants**
- **Privilégier des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales à ciel ouvert : noues, jardins de pluies**
- **Demander des études et des plans de rabattement de nappes pour les permis collectifs comprenant un parking souterrain, dans les secteurs identifiés comme à risque par la commune**
  - Ces études complémentaires doivent permettre de contribuer à l'amélioration de la connaissance du risque de remontée de nappes et du fonctionnement écologique global.

# CHOISIR LES BONNES TECHNIQUES DE REVÊTEMENTS ET DE VÉGÉTALISATION (Guide d'aide à la décision)

## ▶ LE BÉTON POREUX



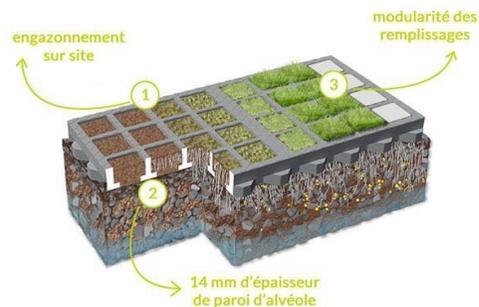
## ▶ LE GRAVIER GAZON



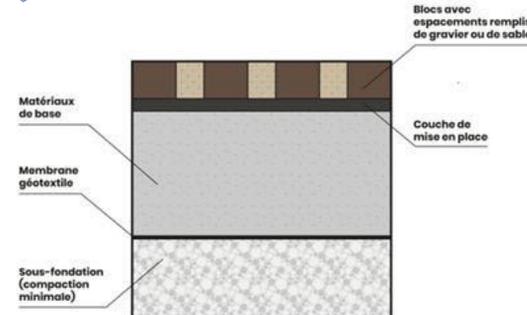
La gestion de ces sites devra être adaptée et anticipée pour conserver les objectifs initiaux sur la durée. Les sols perméables peuvent devenir imperméables si non nettoyés par exemple.



## ▶ LES DALLES ALVÉOLÉES

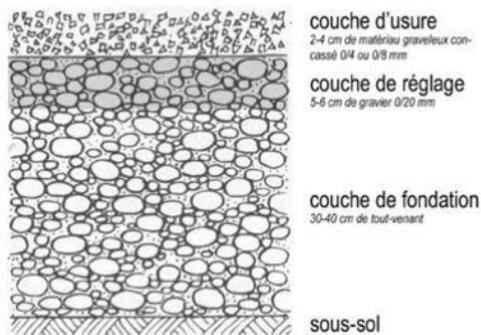


## ▶ LES PAVÉS BÉTONS AVEC JOINTS PERMÉABLES



Attention, ce type de pavé ne réduit pas les îlots de chaleurs

## ▶ LE GRAVIER CONCASSÉ STABILISÉ

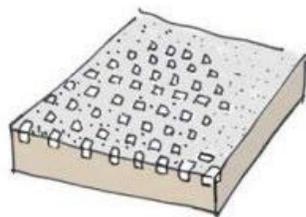


Type de revêtement	Coût	Infiltration
Le béton poreux	€ € € € €	3 gouttes
Le gravier gazon	€ € € €	2 gouttes
Les pavés/dalles alvéolés	€ € € €	3 gouttes
Les pavés en bétons avec des joints perméables	€ €	2 gouttes
Le gravier concassé stabilisé	€	2 gouttes

### Pour aller plus loin

Plantes & Cités, "Revêtements perméables des aménagements urbains : Typologie et Caractéristiques techniques".

Site internet : <https://www.avizo.ca/blogue/revetements-permeables-gestion-eaux-pluviales/>



## Les revêtements perméables végétalisés

### Ratio de coût

Terrassement, fond de forme  
Fondation (selon épaisseur)  
Revêtement (selon nature)

120 à 150 €/m<sup>2</sup>

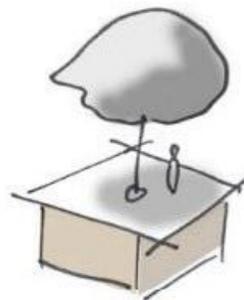
20 à 30 €/m<sup>2</sup>  
40 à 60 €/m<sup>2</sup>  
60 à 70 €/m<sup>2</sup>

### Niveau d'entretien

Tonte – fréquence selon les essences végétales et l'intensité des usages

faible

jusqu'à 5 tontes / an



## Les fosses d'arbres isolés

### Ratio de coût

soit pour un arbre avec une fosse de 15 m<sup>3</sup>  
Fosse terre-pierre (TP)  
Arbre tige 20/25 tuteuré (tripode/quadrupode)  
Arbre tige 10/12 tuteuré (tripode/quadrupode)  
Revêtement + fondation  
Végétation arbustive/vivaces + paillage + clôture (ganivelle)

200 à 350 €/m<sup>2</sup>

de 2 060 à 3 380 €  
120 à 150 €/m<sup>2</sup>  
360 à 380 €/u  
140 à 180 €/u  
80 à 100 €/m<sup>2</sup>

40 à 55 €/m<sup>2</sup>

### Niveau d'entretien

2 ramassages de feuilles + mise en paillage ou compostage / an  
1 désherbage des pieds d'arbres plantés / an  
1 opération de taille / 5 à 10 ans

modéré

### Caractéristiques

Structure de sol qui présente une part de matériaux portants et imperméables en alternance avec des interstices meubles et perméables remplis de substrat fertile.

#### Deux types de sols

- Dalles ou pavés avec joints enherbés.
- Bétons ou structures alvéolaires.

#### Fondation

Mélange terre-pierre ou grave naturelle (granulométrie et volumétries en fonction des usages)  
+ lit de pose fertile  
+ substrat de remplissage

#### Végétation

Mélange de graminées et/ou de plantes herbacées qui supportent le piétinement.

### Qualités d'usages

- Revêtements conçus pour permettre des usages et des circulations piétonnes.
- Zones de circulation et de stationnement de véhicules légers avec une fréquence modérée.
- Passage exceptionnel de véhicules lourds.
- Sensibilité aux usages intenses et aux stationnements longue durée.

### Qualités environnementales

- Régulation du climat  
Participe à la diminution de l'effet d'îlot de chaleur, faible albédo.
- Gestion des eaux pluviales  
→ Revêtement perméable permettant l'infiltration des eaux de pluie (petites pluies). Capacité de stockage relative à la nature et à l'épaisseur de la fondation.
- Si la surface d'apport est égale à la surface d'infiltration, le potentiel de gestion des pluies est élevé.
- Biodiversité  
Intérêt restreint pour la biodiversité.

### Caractéristiques

Arbre de haute tige planté de façon individuelle au sein d'une fosse remplie d'un mélange terre-pierre, couramment de 10 à 15 m<sup>3</sup>, à dimensionner pour permettre le bon développement de l'arbre, du tronc, des racines.

#### Deux types de fosses

- Les fosses revêtues : béton, enrobé ou résine perméables, grille d'arbre, revêtement végétalisé.
- Les fosses plantées d'arbustes ou de plantes herbacées.

### Qualités d'usages

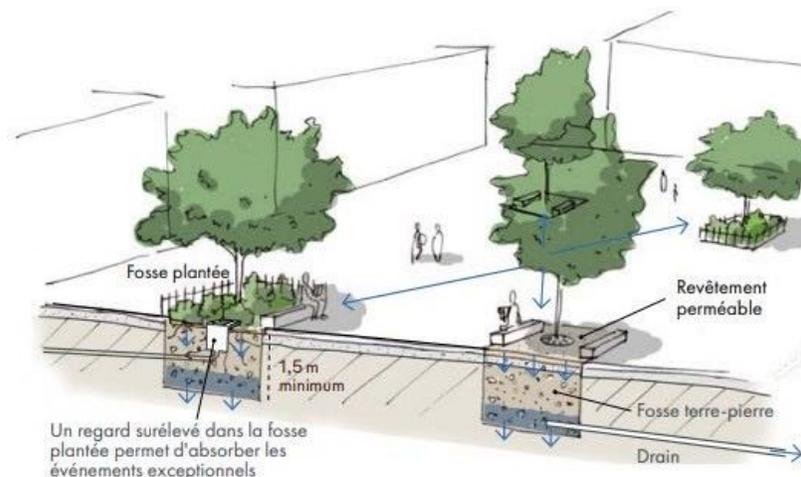
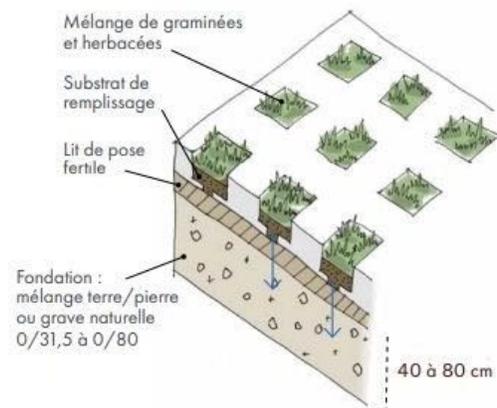
- Les fosses revêtues garantissent la libre circulation piétonne.
- Les fosses plantées limitent l'accès et la circulation sous les arbres et nécessitent d'être protégées par une délimitation.
- Plantés en nombre, les arbres isolés peuvent structurer l'espace (lisibilité des circulations, délimitation spatiale, orientation de la vue, etc.).

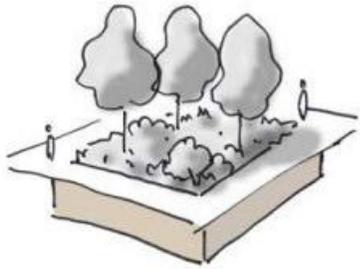
### Qualités environnementales

- Régulation du climat  
Dans des conditions optimales (arbre irrigué, canopée aérée, etc.) et selon leur nombre, les arbres participent significativement à la diminution d'effet d'îlot de chaleur en rafraîchissant l'air (ombrage, évapotranspiration).
- Gestion des eaux pluviales  
→ Permet l'infiltration de tout ou partie des eaux de ruissellement issues d'espaces imperméables voisins dans le cadre de petites pluies.
- Faible capacité de stockage temporaire (fonction du volume et la porosité du mélange terre-pierre).

#### Biodiversité

Les fosses revêtues présentent un intérêt réduit pour la biodiversité tandis que les fosses plantées sont plus favorables à la vie du sol et à la petite faune. Selon le choix d'essences et l'intensité d'entretien, les pieds d'arbres peuvent jouer un rôle intéressant pour les insectes pollinisateurs.





## Les massifs plantés découpés

### Ratio de coût

Découpe + travail sol  
(hors étanchéité pied de façade)  
Dépose soignée de pavés + travail du sol  
Paillage végétal (type bois broyé)  
Végétation arbustive/vivaces + paillage  
+ clôture (ganivelle)

### Niveau d'entretien

2 ramassages de feuilles + 1 mise en paillage /an  
1 à 2 désherbage + 1 nettoyage des végétaux /an  
1 opération de taille /5 ans

75 à 115 €/m<sup>2</sup>

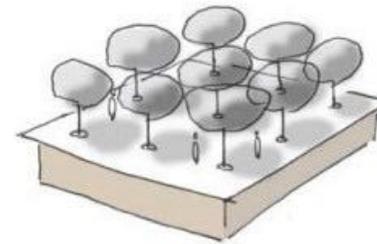
40 à 50 €/m<sup>2</sup>

27 à 43 €/m<sup>2</sup>

8 à 10 €/m<sup>2</sup>

40 à 55 €/m<sup>2</sup>

modéré



## Les fosses plantées continues revêtues

### Ratio de coût

Fosse terre-pierre (TP)  
Arbre tige 20/25 tuteuré (tripode/quadrupode)  
Arbre tige 10/12 tuteuré (tripode/quadrupode)  
Revêtement + fondation

### Niveau d'entretien

2 ramassages de feuilles + mise en paillage /an  
1 opération de taille /5 ans  
1 décolmatage /10 ans

235 à 300 €/m<sup>2</sup>

120 à 150 €/m<sup>2</sup>

360 à 380 €/u

140 à 180 €/u

80 à 100 €/m<sup>2</sup>

faible

### Caractéristiques

Fosse de plantation créée dans une surface imperméable ou artificialisée existante à partir de la découpe du revêtement et le travail du sol en place en vue d'en développer la fertilité.

#### Procédés

- Découpe selon un tracé, démolition et retrait/réemploi du revêtement.
- Décompactage du sol en place.
- Amendement superficiel via du compost.
- Paillage du sol et plantation.
- Installation d'un dispositif de clôtures dont les formes peuvent être diverses.

#### Végétation

Selon la surface de la fosse et sa localisation, elle permet d'accueillir un ensemble d'arbres, d'arbustes, de plantes grimpantes et herbacées.

### Qualités d'usages

→ Les circulations et les accès aux façades sont souvent réduits. La végétation nécessite d'être protégée du piétinement par un dispositif de clôture.

→ Les fosses découpées permettent de requalifier/transformer aisément des espaces minéralisés et de les structurer. Elles peuvent souligner ou accompagner une allée, délimiter des lieux ou des fonctions, marquer les seuils d'entrée. Elles participent à rendre les pieds de façades plus accueillants et à embellir rues et ruelles.

### Qualités environnementales

#### Régulation du climat

Selon leur surface, la masse végétale et l'ombrage générés, ces massifs participent à réduire l'effet d'îlot de chaleur. En pied de façade, ils réduisent la réverbération du bâti et l'accumulation de chaleur.

#### Gestion des eaux pluviales

→ Ils contribuent à l'infiltration des eaux de ruissellement issues d'espaces imperméables voisins dans le cadre de petites pluies.

→ Dans le cas de petites surfaces (par exemple les plantes grimpantes), la capacité d'infiltration est faible.

→ Pas ou peu de capacité de stockage temporaire. Un profilage en creux permet d'augmenter cette capacité.

#### Biodiversité

Petits espaces qui peuvent apporter un refuge et des ressources alimentaires à la petite faune, notamment aux insectes pollinisateurs (selon le choix des essences et l'intensité d'entretien).

### Caractéristiques

Large fosse de plantation partagée entre plusieurs arbres, remplie de mélange terre-pierre et revêtue d'une surface perméable.

#### Végétation

Permet d'accueillir un ensemble d'arbres organisés selon une trame.

### Qualités d'usages

→ Solution qui permet de créer de larges espaces ombragés accessibles aux usages et aux circulations piétonnes.

→ Propice à des espaces de convivialité, de rassemblement, de calme et repos.

→ Non compatible avec des usages sportifs ou dynamiques.

→ Les revêtements non végétalisés sont préférentiellement utilisés.

### Qualités environnementales

#### Régulation du climat

La masse végétale et l'ombrage générés participent à réduire l'effet d'îlot de chaleur. Impact cependant limité par l'absence de sol en « pleine terre ».

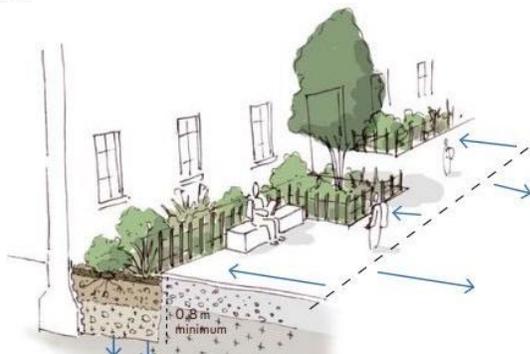
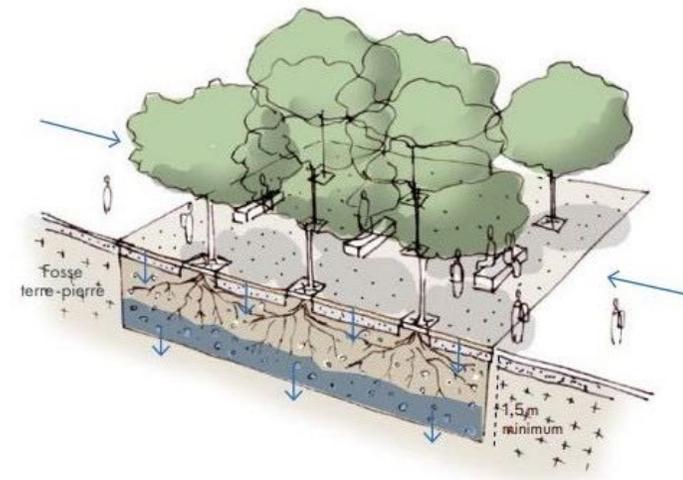
#### Gestion des eaux pluviales

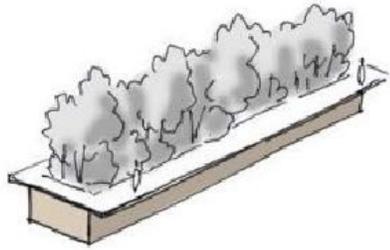
→ Infiltration des eaux de ruissellement issues d'espaces voisins lors de régimes courants.

→ Capacité de stockage temporaire selon le volume de la fosse, de la porosité du mélange terre-pierre et du sol.

#### Biodiversité

La fosse continue est favorable au bon développement racinaire et à la croissance des arbres. Le revêtement du sol est une limite pour la biodiversité : seule la strate arborée est présente. En revanche, les arbres, par leur nombre et le choix des essences, peuvent fournir un refuge et des ressources alimentaires pour les insectes et les oiseaux.





## Les fosses plantées continues

### Ratio de coût

Fosse terre-pierre (TP)  
 Arbre tige 20/25 tuteuré (tripode/quadrupode)  
 Arbre tige 10/12 tuteuré (tripode/quadrupode)  
 Cèpée tuteurée 250/300  
 Végétation arbustive/vivaces + paillage  
 + clôture (ganivelle)

200 à 300 €/m<sup>2</sup>

120 à 150 €/m<sup>2</sup>  
 360 à 380 €/u  
 140 à 180 €/u  
 300 à 320 €/u

40 à 55 €/m<sup>2</sup>

### Niveau d'entretien

2 ramassages de feuilles + mise en paillage /an  
 1 à 2 désherbage + nettoyage des végétaux /an  
 1 opération de taille /5 ans

modéré à conséquent

### Caractéristiques

Large fosse de plantation partagée entre plusieurs arbres, remplie d'un mélange terre-pierre permettant de composer de grands massifs plantés.

#### Végétation

Ces fosses accueillent un ensemble d'arbres, d'arbustes et de plantes herbacées au sein d'un même espace fertile.

### Qualités d'usages

→ Circulation et accès sous les arbres réduits. La végétation peut nécessiter d'être protégée du piétinement par une délimitation.

→ La taille et la forme des espaces plantés participent à la structuration spatiale : ils peuvent souligner ou accompagner une allée, séparer ou clore des espaces et des fonctions, matérialiser un lieu de regroupement, etc.

### Qualités environnementales

#### Régulation du climat

La masse végétale et l'ombrage générés participent à réduire significativement l'effet d'îlot de chaleur.

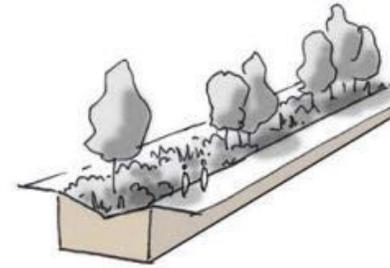
#### Gestion des eaux pluviales

→ Infiltration des eaux de ruissellement issues d'espaces voisins lors de pluies quotidiennes.

→ Capacité de stockage temporaire selon le volume de la fosse et la porosité du mélange.

#### Biodiversité

La diversité des strates végétales, la continuité de pleine terre et l'importance de la surface végétalisée rendent les fosses plantées continues intéressantes pour la biodiversité. La présence d'essences indigènes et un entretien limité sont une condition pour fournir des ressources et un refuge pour les insectes et la petite faune.



## Les noues

### Ratio de coût

Terrassement, nivellement  
 Tranchée drainante  
 Enherbement  
 Végétalisation (arbustes/vivaces)

200 à 300 €/m<sup>2</sup>

20 à 30 €/m<sup>2</sup>  
 30 à 40 €/m<sup>2</sup>  
 3 à 5 €/m<sup>2</sup>  
 30 à 40 €/m<sup>2</sup>

### Niveau d'entretien

2 fauches pour les noues enherbées /an  
 1 à 2 désherbage + nettoyage végétaux /an  
 1 opération de taille /5 ans

modéré

### Caractéristiques

Dispositif de rétention et d'infiltration des eaux pluviales de forme linéaire. La noue est un fossé à pente douce : son profil est moins pentu, moins profond et son fond doit être le plus horizontal possible. Elle peut être couplée avec une tranchée ou chaussette drainante qui augmente ses capacités d'infiltration et de stockage temporaire, notamment dans des contextes de sols peu perméables.

#### Végétation

Souvent enherbée, la noue peut aussi accueillir un ensemble d'arbres et arbustes qui renforcent les qualités d'infiltration du sol grâce à leur système racinaire développé.

### Qualités d'usages

→ Pas d'accès ni de circulation au sein de la noue, même si celle-ci peut être franchie (passerelle, platelage, etc.).

→ La forme linéaire des noues structure les espaces, souligne ou accompagne une allée, délimite des espaces et des fonctions.

### Qualités environnementales

#### Régulation du climat

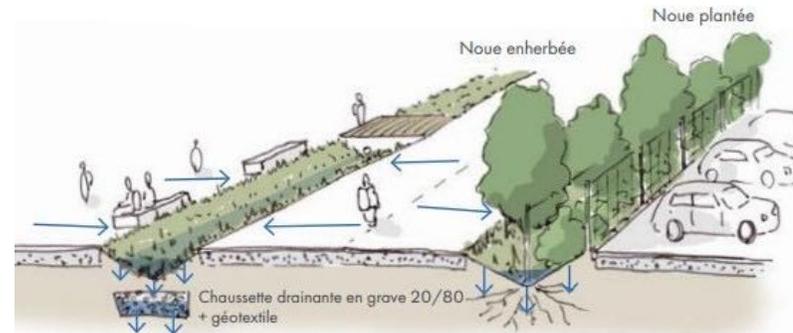
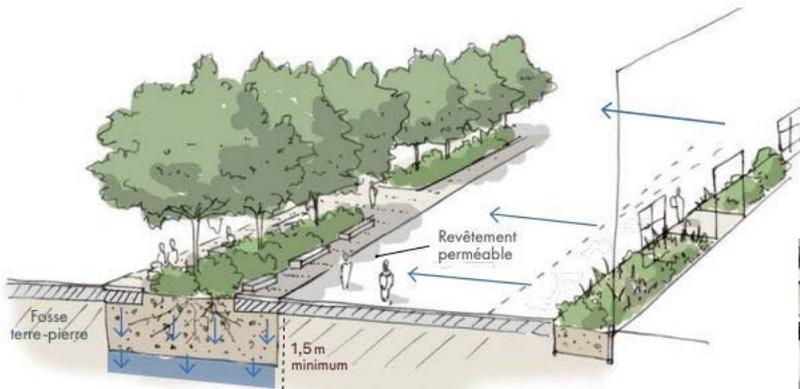
Lorsqu'elles sont plantées, les noues réduisent l'effet d'îlot de chaleur et peuvent générer de l'ombre dans le cas de plantation d'arbres.

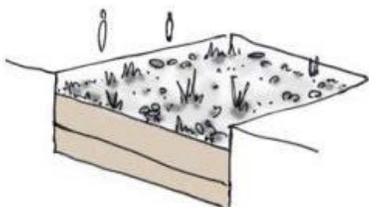
#### Gestion des eaux pluviales

Permet l'infiltration et le stockage temporaire des eaux de ruissellement issues d'espaces imperméables voisins.

#### Biodiversité

Les noues peuvent être de précieux lieux d'accueil pour la petite faune, les oiseaux et les insectes, mais également des espaces de circulation des espèces. L'entretien extensif est un facteur déterminant : prairie non tondue régulièrement, végétaux non taillés... La plantation d'espèces indigènes garantit la fonctionnalité écologique.





## Les jardins de pluie

### Ratio de coût

Terrassement, mise en forme (sans bassin étanché)  
Bordures, soutènement (selon nature)  
Substrat drainant  
Végétalisation (arbustes/vivaces)

160 à 410 €/m<sup>2</sup>

20 à 30 €/m<sup>2</sup>  
80 à 300 €/ml  
30 à 40 €/m<sup>2</sup>  
30 à 40 euros/m<sup>2</sup>

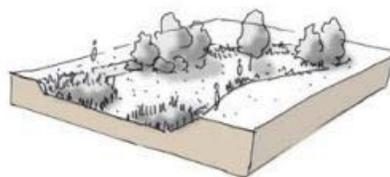
### Niveau d'entretien

Jardin boisé

Jardin herbacé

### modéré à conséquent

2 ramassages de feuilles et 1 mise en paillage /an  
1 opération de taille des lisières /5 ans  
1 recépage /20 ans  
2 à 3 désherbages et nettoyages /an



## Les bassins paysagers

### Ratio de coût

Terrassement, mise en forme  
Enherbement  
Végétalisation (arbustes/vivaces)

160 à 410 €/m<sup>2</sup>

20 à 30 €/m<sup>2</sup>  
3 à 5 €/m<sup>2</sup>  
30 à 40 €/m<sup>2</sup>

### Niveau d'entretien

5 à 8 tontes /an et ou pâturage occasionnel pour les espaces d'usages  
2 fauches des prairies /an  
1 opération de taille des lisières /5 ans  
1 recépage /20 ans

### faible à modéré

### Caractéristiques

Bassin sec dont le fond est perméable, rempli de matériaux drainants et planté d'une végétation adaptée. S'il présente une forme longitudinale, on l'appelle « rivière sèche ». Le niveau du sol au sein de l'ouvrage est plus bas que celui des espaces voisins pour permettre une montée en eau. La différence de niveau est gérée selon la hauteur par une bordure, un muret ou une berge en pente douce.

### Végétation

Les plantes sont de type milieux humides mais doivent être en capacité de survivre à des périodes de sécheresse importante en été, surtout dans le cas de bassins de grande taille où le milieu sera plutôt sec.

### Qualités d'usages

- Pas d'accès ni de circulation.
- Ouvrage consommateur d'espace.
- Il peut être traversé par une passerelle.
- Ses berges peuvent être aménagées de façon à favoriser l'arrêt et la contemplation : lieu d'intérêt paysager fort.

### Qualités environnementales

**Régulation du climat**  
La surface végétale est un atout pour réduire efficacement l'effet d'îlot de chaleur urbain.

**Gestion des eaux pluviales**  
Capacité importante d'infiltration et de stockage des eaux de ruissellement issues d'espaces voisins, voire des toitures lors de pluies courantes et exceptionnelles selon le dimensionnement de l'ouvrage. Souvent, la hauteur de marnage est calculée pour éviter le rejet au réseau, sauf événement pluvieux exceptionnel.

### Biodiversité

Espace qui permet l'émergence d'un milieu humide particulier et d'un petit réservoir de biodiversité. Son intérêt pour la faune dépend de la végétation installée et de la gestion qui en est faite. Certaines zones peuvent être étanchées afin de créer un point d'eau permanent.

### Caractéristiques

Vaste espace en creux permettant le recueil temporaire d'importants volumes d'eaux pluviales. Son profil topographique est doux pour favoriser l'installation végétale, faciliter l'entretien et permettre des usages sans risque.

### Végétation

Généralement enherbés, les bassins d'orage peuvent aussi accueillir des arbres, des arbustes et des plantes herbacées.

### Qualités d'usages

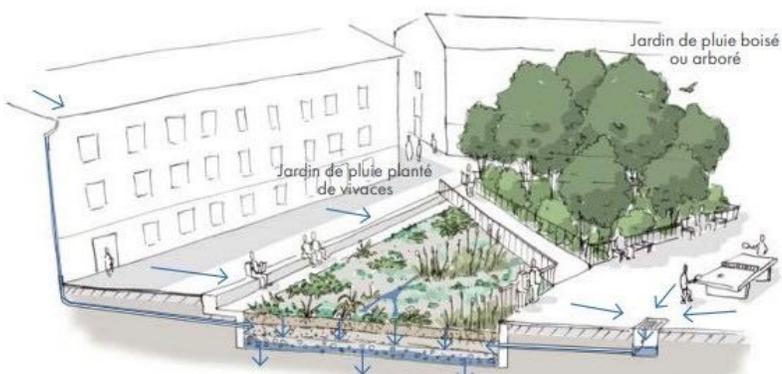
- Accès, circulation et occupation possibles en période sèche.
- Permet des usages saisonniers ou temporaires.
- Ouvrage consommateur d'espace.
- À réserver pour des lieux périphériques sans vocation quotidienne.

### Qualités environnementales

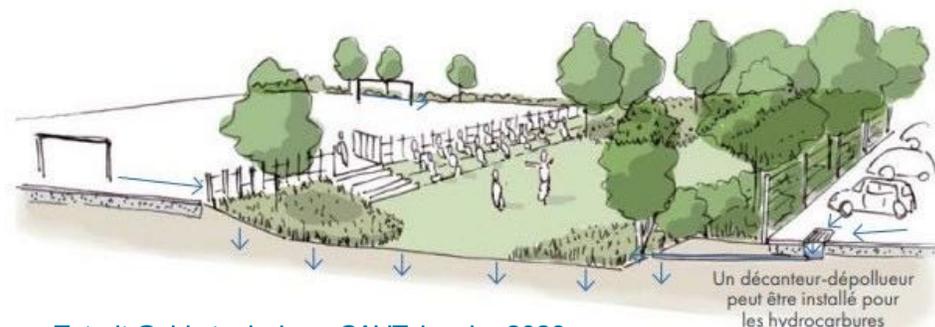
**Régulation du climat**  
La surface végétale et l'ombrage générés participent à réduire de façon importante l'effet d'îlot de chaleur. La large emprise perméable participe d'autant plus à la lutte contre les îlots de chaleur.

**Gestion des eaux pluviales**  
→ Permet de constituer un exutoire aux eaux pluviales de vastes ensembles imperméables (toitures, parkings, cours, etc.).  
→ Stockage temporaire et infiltration de larges volumes d'eau lors des épisodes pluvieux courants et exceptionnels.  
→ En cas de pluie intense, l'eau peut être rejetée en aval à débit limité.

**Biodiversité**  
Étendue végétalisée particulièrement favorable à la faune et à la flore dans la mesure où son entretien est extensif et différencié. Peut devenir un réservoir de biodiversité avec un partie des espaces laissés à la nature et aux dynamiques spontanées.

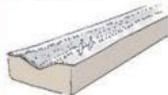
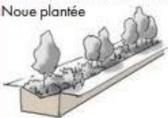


Strates drainantes de haut en bas : sables, cailloux et galets (granulométrie croissante)



Un décanteur-dépollueur peut être installé pour les hydrocarbures

Type de solution	Motif	Gestion des eaux pluviales		Usage	Effet sur les îlots de chaleur	Intérêt pour la biodiversité	Ratio d'aménagement	Entretien
		Infiltration 1	Stockage					
<b>Revêtements perméables végétalisés</b>	Dalles, pavés ou alvéoles enherbés 	+++	+	++++	+	○	120 à 150 €/m <sup>2</sup>	modéré
<b>Fosses d'arbres isolés</b>	Arbre isolé Fosse revêtue 	+	+	+++	+	+	235 à 350 €/m <sup>2</sup>	faible
	Micro-massif arboré 	+	+	+	++	++	200 à 245 €/m <sup>2</sup>	faible à modéré
<b>Fosses découpées</b>	Massif de pied de façade Fosses découpées 	+	○	○	+	+	75 à 115 €/m <sup>2</sup>	faible
<b>Fosses plantées continues</b>	Mail planté revêtu 	+++	+++	+++	+++	+	235 à 350 €/m <sup>2</sup>	faible
	Massif planté 	+++	++	○	+++	++++	200 à 300 €/m <sup>2</sup>	modéré à conséquent
	Bosquet ou cordon boisés 	+++	++	○	++++	+++	150 à 250 €/m <sup>2</sup>	faible

Type de solution	Motif	Gestion des eaux pluviales		Usage	Effet sur les îlots de chaleur	Intérêt pour la biodiversité	Ratio d'aménagement	Entretien
		Infiltration 1	Stockage					
<b>Noues</b>	Noue litéracée 	+++	+++	+	++	++	53 à 75 €/m <sup>2</sup>	modéré
	Noue plantée 	+++	+++	○	+++	++++	80 à 110 €/m <sup>2</sup>	modéré à conséquent
<b>Jardins de pluie</b>	Bassin ou rivière sèche 	+++	+++	○	++	+++	160 à 410 €/m <sup>2</sup>	modéré à conséquent
<b>Bassins paysagers</b>	Bassin paysager enherbé 	++++	++++	+++	+++	++	23 à 35 €/m <sup>2</sup>	modéré
	Bassin paysager planté 	++++	++++	++	++++	++++	50 à 70 €/m <sup>2</sup>	modéré à conséquent

### Clé de lecture

#### Services rendus

○ performance nulle  
+ moins performant que la moyenne des techniques  
++ plus performant que la moyenne des techniques  
+++ point fort de la technique

#### Entretien

faible 1 à 2 interventions / an  
Modéré 2 à 5 interventions / an  
Conséquent plus de 5 interventions / an

### Notes

#### Remarques générales

Ces différentes catégories de solutions sont complémentaires et modulables. En effet, selon la surface de l'aménagement, sa forme, son substrat, sa nature et sa densité de plantation, il peut basculer dans telle ou telle catégorie.

#### 1 Gestion des eaux pluviales

L'infiltration et le stockage sont relatifs au substrat choisi, à l'épaisseur et à la superficie de l'aménagement.

#### 2 Usages

C'est ici l'accessibilité des espaces qui est évaluée, ainsi que les différents usages permis (plaine de jeux, espace circulé par des voitures, zone piétonne, voie cyclable, aire de stationnement vélo, aire de fitness, etc.).

#### 3 Effet sur les îlots de chaleur

L'effet est d'autant plus important que la surface de l'aménagement et le nombre d'arbres sont grands.

#### 4 Intérêts pour la biodiversité

L'intérêt s'accroît en fonction de la capacité du milieu à accueillir et nourrir l'avifaune, l'entomofaune, la pédofaune, etc. Dans le cas de plantations groupées, l'intérêt pour la biodiversité varie selon la nature des plantations (espèces indigènes à favoriser), la diversité des essences et des strates, et le mode de gestion (idéalement extensif).

#### 5 Ratio d'aménagement

Les coûts sont relatifs à des techniques d'infiltration et de stockage des eaux pluviales. Pour les fosses d'arbre par exemple, l'épaisseur et la nature des substrats diffèrent donc des techniques de plantation habituelle.

#### 6 Entretien

La fréquence des interventions proposée s'appuie sur un mode de gestion extensive, peu interventionniste.

## **4/ AMÉLIORER LA DENSIFICATION URBAINE ET SON ACCEPTABILITÉ**

## 4 / AMÉLIORER LA DENSIFICATION URBAINE

La densification urbaine est une solution aux défis sociaux et environnementaux de notre époque : lutte contre l'étalement urbain et l'artificialisation des sols. Elle peut être, grâce à une densification acceptable et maîtrisée, un levier pour la mixité sociale et l'amélioration des conditions de vie en zones urbaines et rurales.

L'approche de la densification doit également se penser sous le prisme paysager. Sans dénaturer l'identité des villes et villages de l'agglomération, la densification doit contenir le mitage urbain caractéristiques des dernières décennies et venir recentrer les constructions dans les espaces urbanisés.

### CONSTRUIRE EN PENTE

Les pentes et les versants sud sont prisés pour la vue qu'ils offrent sur le grand paysage. L'implantation d'un bâti est très visible, ce qui nécessite de bien prendre en compte l'intégration des bâtiments.

### CONSTRUCTION PRINCIPALE

La construction doit **intégrer la pente naturelle du terrain en exprimant un socle, une avancée ou un retrait**. Ce socle est de taille proportionnelle à la pente. L'implantation de la construction évitera ainsi les modifications fortes de type affouillement ou exhaussement du niveau du terrain naturel.

Un déblai est autorisé à condition qu'il corresponde aux besoins engendrés par la construction. Afin de favoriser l'intégration paysagère, il est conseillé de ne **pas se placer à plus de 1 mètre du niveau du terrain naturel** et que la pente de celui-ci ne **dépasse pas une pente supérieure à 10% par rapport à la pente** du terrain naturel.

- **Limiter les terrassements et les mouvements de terre en déblais ou en remblais pour respecter le paysage environnant**
- **Privilégier le sens dominant de la pente pour aligner perpendiculairement le faitage aux courbes de niveau, dans le respect du contexte paysager et architectural**
- **Concevoir les espaces avec la pente (création de demi-niveau, d'intégration des garages dans la pente)**

### ANNEXE A LA CONSTRUCTION PRINCIPALE

Les annexes contiguës à la construction principale doivent être **édifiées dans le prolongement de la construction principale : parallèlement ou perpendiculairement à la pente, par niveau ou demi-niveau**. Les annexes non contiguës doivent être édifiées selon les mêmes principes que la construction principale.

### PISCINE

La piscine doit être implantée **sur la pente la plus faible**. La piscine est orientée de telle façon que la plus grande **longueur soit parallèle aux courbes de niveau**. La piscine est autorisée à générer un affouillement du sol correspondant à son emprise au sol hors margelle. Afin de limiter les terrassements, il est réalisé un mur de soutènement en amont et en aval de la piscine, plutôt qu'un seul mur de grande hauteur. L'emprise au sol de la piscine y compris la margelle est positionnée au niveau du terrain naturel;

- **Les pièces annexes tels que les buanderies, celliers, ateliers, seront positionnées contre la pente dans les parties non éclairées naturellement.**

### ACCES

**L'accès à la construction principale** et aux espaces de stationnement y compris le garage doit se trouver **au plus près de la voie** desservant l'unité foncière. L'espace de stationnement non clos est à l'alignement de la voie ; il rend la descente et la montée quasi nulle. Chaque niveau de la construction doit bénéficier **d'un accès plain-pied au terrain naturel**.

Si la voie se situe en dessous (aval) du terrain naturel de l'unité foncière, le garage doit être en sous-sol pour être au même niveau que la rue, ou tout du moins s'en approcher au plus près. Si la voie se situe au-dessus (amont) du terrain naturel de l'unité foncière, le garage est implanté à l'étage de la construction. Ces deux possibilités sont envisageables lorsque le projet de construction se trouve à proximité immédiate de la rue.

- **La réalisation des stationnements sera réalisée au plus près de la route/rue, en limite de terrain pour limiter l'impact d'un chemin à flanc de coteau**

# 4 / AMÉLIORER LA DENSIFICATION URBAINE

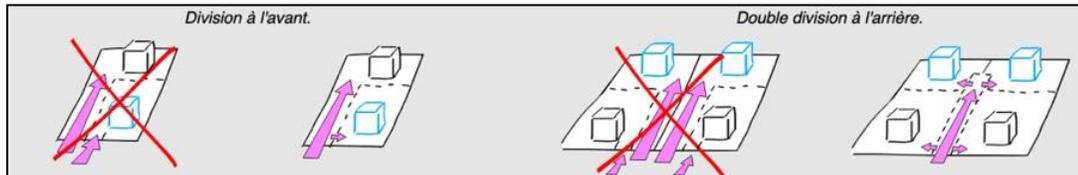
## DIVISIONS PARCELLAIRES / NE PAS FIGER LES TISSUS ET FAVORISER LEUR ÉVOLUTIONS

La densification consiste à orienter le développement des territoires à l'intérieur de l'enveloppe bâtie. L'objectif final étant de densifier les espaces déjà urbanisés et de limiter l'ouverture à l'urbanisation. Ainsi cette densification permet le renouvellement des territoires sur eux mêmes et favorise :

- La concentration des usages et des pratiques
- L'accessibilité et la mobilité
- La préservation de l'environnement et les ressources naturelles

Le principe est de construire "la ville sur la ville" afin de limiter l'étalement des territoires et la consommation des espaces naturels et agricoles.

- **Privilégier la création d'espaces libres d'un seul tenant pour augmenter le potentiel d'évolution (extensions, divisions parcellaires)**
  - Cette mesure permet d'obtenir un foncier assez large pour l'implantation de nouvelles constructions et ainsi limiter des densités fortes (notamment au sein du pavillonnaire)
- **Mutualiser les voies d'accès et les stationnements dans le cas de divisions parcellaires pour éviter leur multiplication (éviter les parcelles en drapeau)**



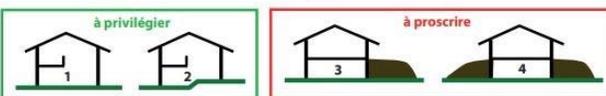
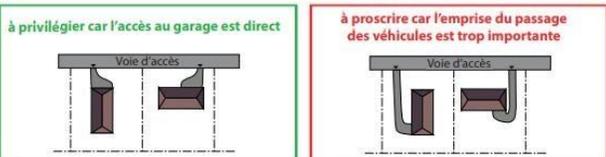
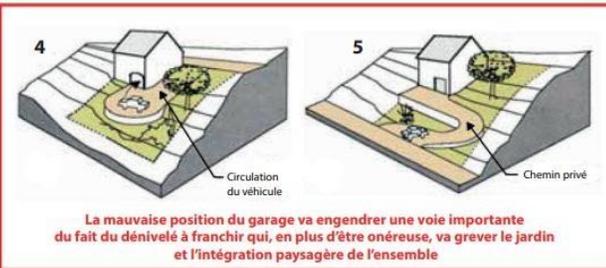
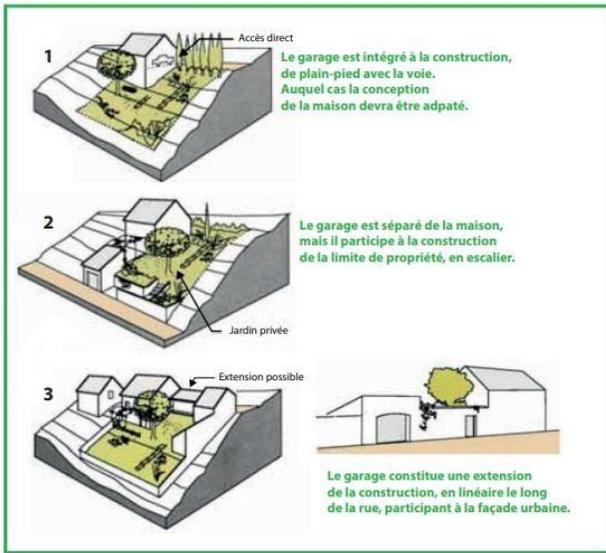
## GÉRER LA DENSITÉ EN LIMITE DE TISSU PAVILLONNAIRE

Les espaces intermédiaires deviennent un enjeu pour la transformation des tissus urbains. La limitation de l'expansion des tissus peu denses et de l'étalement urbain semble inéluctable. La densification doit être **progressive, qualitative et attentive aux spécificités des tissus**. Quelle que soit la nature du tissu pavillonnaire, il est nécessaire d'envisager la densification en s'attachant à lier habitat pavillonnaire, qualité des formes urbaines et démarche environnementale, tout en privilégiant une approche sociale.

- **Privilégier les enjeux de transition d'échelle urbaine et de jardins entre le front bâti plus dense et le tissu pavillonnaire.**
  - Développer des formes urbaines d'habitat intermédiaire, **alliant les qualités de l'habitat individuel** (parcours individuel d'accès au logement, relation à la nature avec des prolongements extérieurs généreux types terrasses, toit terrasses, rez-de-jardins, grandes ouvertures) **et celles de l'habitat collectif** (espaces extérieurs et usages communs). Ces formes urbaines se caractérisent par des épaisseurs bâties limitées (entre 10 mètres et 15 mètres) avec multi-orientations des logements, variations d'épannelage. Ce sont des typologies adaptées et répondant aux variétés de modes de vie des familles.
  - Cette mesure permet d'améliorer l'acceptabilité des projets de densification notamment au sein des tissus pavillonnaires
- **Pour éviter des effets de monobloc, le programme devra comporter des césures entre les bâtiments**
  - Cette mesure permet d'éviter les fronts bâtis et d'améliorer la perméabilité entre la rue et la parcelle permettant d'avoir un frontage végétalisé ainsi qu'une mobilité piétonne facilitée (urbanisme de santé)
- **Pour réduire les effets de hauteurs et de coupure d'ensoleillement, la hauteur des bâtiments sera pensée de manière graduelle**
  - Les hauteurs devront s'adapter aux hauteurs de la zone urbaine et des tissus environnants.
- **L'implantation des constructions sera en retrait de voirie pour permettre un frontage végétalisé pour garantir le confort des logements en RDC et pour privilégier le confort des habitants et la désimperméabilisation**

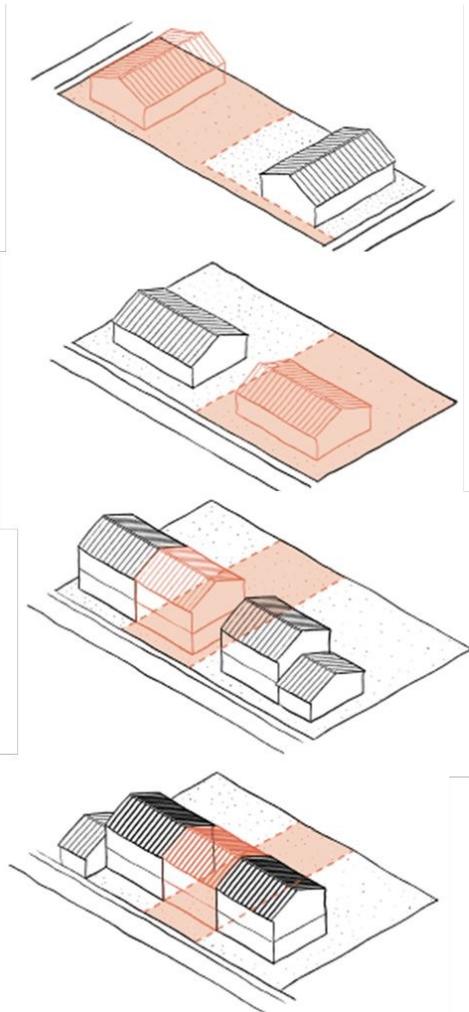
# 4 / AMÉLIORER LA DENSIFICATION URBAINE

## INTÉGRATION DE LA PENTE



PLU Grésin

## DIVISION PARCELLAIRE



### Division d'une parcelle longue et étroite

Avec accès commun unique  
Recommandation: Construire en fond de parcelle pour maintenir un jardin

### Division d'une parcelle large

Recommandations: implanter le bâti en respectant les alignements et le sens du faitage de la construction existante

### Division d'une petite parcelle en secteur dense

Recommandations: construire un bâti en mitoyenneté de la maison existante

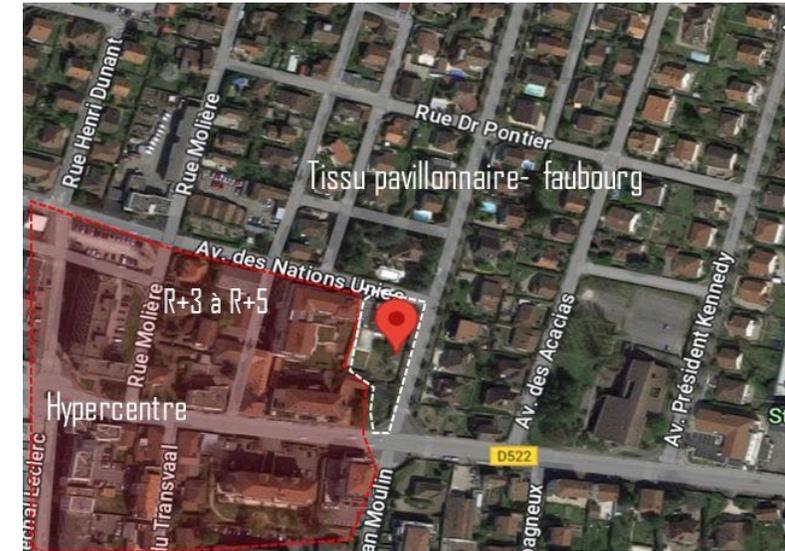
### Regroupement de 2 parcelles et mise en commun de la bande de 4 m de prospect entre 2 maisons

Recommandations: Créer une nouvelle parcelle de 8m de largeur et implanter une nouvelle construction en mitoyenneté

CAUE 13

## TRANSITION TISSU PAVILLONNAIRE

Commune de Bourgoin-Jallieu(38)- Mutation d'une maison individuelle avec piscine en milieu pavillonnaire



Mutation d'une propriété (maison individuelle + piscine) en programme résidentiel de 2 bât collectifs

- 40 logt
- 2500 m<sup>2</sup> SDP
- 57 pl de stationnements (R-2)

# **5/ ENCADRER LES MOBILITÉS ET PROMOUVOIR LES MOBILITÉS ALTERNATIVES**

# 5 / ENCADRER LES MOBILITÉS ET PROMOUVOIR LES MOBILITÉS ALTERNATIVES

Cette partie de l'OAP répond à certains enjeux :

- Accompagner la mise en œuvre du Plan de De Mobilité de l'Agglomération d'Annemasse
- Penser la mobilité dans sa diversité de modes, d'espaces urbains et de besoins
- Favoriser et sécuriser les déplacements des habitants réalisés autrement qu'en voiture individuelle au sein de la ville
- Concilier les contraintes de sécurité, paysagères et techniques dans les réflexions sur la mobilité et le partage des voiries
- Intégrer le développement de la végétalisation et le développement des panneaux photovoltaïques (ombrières) liés aux stationnements.

ATTENTION, la présente OAP s'en tient à des principes généraux et des renvois à la législation. Le Plan de Mobilité (PDM), en cours de révision, a vocation à fixer de nouveaux objectifs ambitieux en matière de mobilités alternatives, avec une déclinaison opérationnelle des principes.

## DÉVELOPPER UN STATIONNEMENT QUALITATIF POUR DIVERSIFIER LES DÉPLACEMENTS

### Le stationnement cyclable privé

Le stationnement cyclable privé fera l'objet d'une attention particulière lors des projets de constructions d'habitat collectif. Le guide national "Stationnement des vélos dans les constructions" publié en 2022, rappelle l'ensemble des réglementations en vigueur et les dimensions et caractéristiques techniques les mieux adaptées.

- **Créer le stationnement à un emplacement facile d'accès et accessible PMR**
  - Par exemple limiter le nombre de portes à franchir pour y accéder (maximum 3).
  - Il est recommandé de placer l'espace de stationnement vélo à moins de 50 m de marche d'une entrée piétonne du bâtiment. Une distance inférieure à 30 m est idéale.
- **Prévoir des aménagements pour les cycles et accessoires dépassant les largeurs et longueurs (vélo cargo, triporteur, etc) et un raccordement électrique.**
  - Il semble intéressant de prévoir au moins un dispositif de ce genre pour 10 emplacements de cycles classiques.

- **Prévoir une sécurisation des emplacements, protégeant des vols et des détériorations de vélos ou autres moyens de déplacements**  
Protéger les locaux de tout espace accessible aux véhicules motorisés par une paroi, un garde-corps ou un recul suffisant.
- **Prévoir des espaces de circulations adaptés**
  - Un espace de circulation adapté (données minimales indicatives) :
    - Hauteur : 2 m
    - Largeur : 1,2 m

- **Prévoir des emplacements vélos suffisants :**

Mode rangement	Emplacements vélo		Allée
	Largeur	Profondeur	Largeur
Perpendiculaire	0,75 m	2 m	1,8 m
En Epi à 45°	1 m	1,50 m	1,2 m
Longitudinal	2 m	0,75 m	0,9 m

Pour plus d'informations : [fiche action mobilité douce \(décret du 26 décembre 2022\)](#), [nouveau guide stationnement aide à la conception 2022](#)

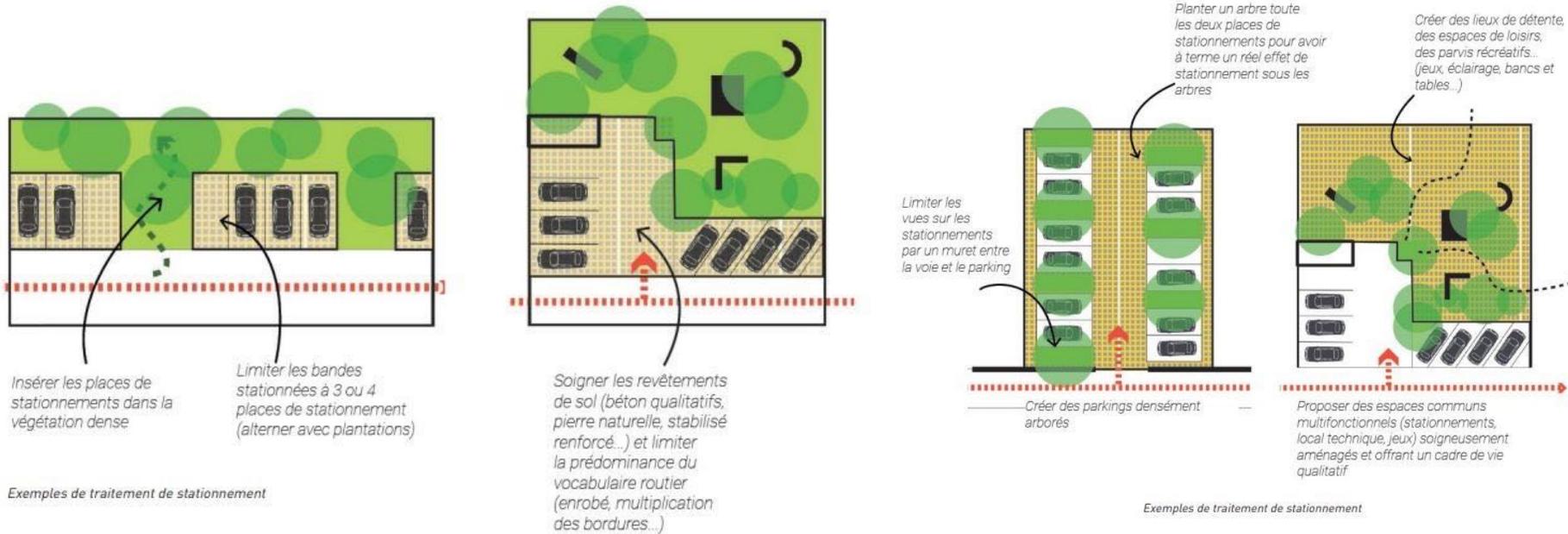
- Un emplacement vélo doit respecter une **surface de stationnement de 1,5 m<sup>2</sup> minimum**, hors espace de dégagement.
- Les infrastructures de stationnement vélo doivent être **fixes** et permettre de **stabiliser le vélo et d'attacher le cadre et au moins une roue.**
- Les infrastructures de stationnement vélo doivent se situer sur la même unité foncière, de **préférence au rez-de-chaussée ou au premier sous-sol** du parc de stationnement du bâtiment ou de l'ensemble d'habitations.
- L'espace de stationnement doit être sécurisé par une porte dotée d'un système de fermeture
- **Ensemble d'habitation** à usage principal d'habitation groupant au moins deux logements (guide national stationnement vélo construction) :
  - **1 emplacement par logement** jusqu'à **2 pièces principales**
  - **2 emplacements par logement** à partir de **3 pièces principales**

# 5 / ENCADRER LES MOBILITÉS ET PROMOUVOIR LES MOBILITÉS ALTERNATIVES

## Le stationnement automobile (des propositions en cours dans le cadre du volet norme de stationnement privé du PDM)

Un traitement qualitatif des espaces de stationnements sera recherché. Le stationnement devra participer à la qualité paysagère des lieux par un traitement qualitatif des espaces : intégration et filtres paysagers sur les pourtours, aménagements paysagers, choix des revêtements notamment des revêtements perméables.

- Un traitement paysager sera recherché pour les places de stationnements automobiles



OAP CA La Rochelle , 2019

- Optimiser et sécuriser l'accès des véhicules aux espaces de stationnement privé
  - Mutualiser les accès et les stationnements permettant d'éviter les successions
  - Prendre en compte d'autres modes de déplacements impactés par les flux de circulations
- Encourager l'installation des bornes de recharges électriques

# 5 / ENCADRER LES MOBILITÉS ET PROMOUVOIR LES MOBILITÉS ALTERNATIVES

## ADAPTER LE RÉSEAU DE VOIRIE

La hiérarchisation des voiries trouvera une réalité au travers d'une lisibilité à l'échelle du bassin de vie. Cette hiérarchisation s'appuie sur différentes catégories de voies ; celles-ci correspondant à des rôles différents dans le système global de déplacement :

- **Les voies d'accès à l'agglomération d'Annemasse** qui remplissent les rôles d'accès, d'écoulement des trafics des grands transits et d'accès aux pôles économiques. Ce sont des liaisons dites "structurantes"
- **Les voies dites interurbaines** permettant de canaliser et sécuriser les flux entre les communes
- **Les voies constituant les boulevards urbains**
- **L'ensemble des voies internes aux secteurs urbanisés** qui ont un rôle d'accès et de desserte inter quartiers et de sécurisation des modes actifs (par exemple : zone de rencontre et aire piétonne). Elles sont de 4 types :
  - Le réseau secondaire
  - Le réseau secondaire de 2nd niveau
  - La voie de desserte
  - Le cheminement doux

Il est demandé que tout projet de voirie nouvelle ou de réaménagement lourd d'une voirie s'inscrive dans cette hiérarchie, qu'il soit compatible notamment dans son fonctionnement par rapport aux flux existants et à venir avec le passage des bus si une ligne existe, avec un itinéraire cyclable.

- **Choisir le profil de voirie et de végétalisation en fonction de la localisation du projet**

### Réseau secondaire

Il constitue un réseau structurant, défini à l'échelle de la commune qui permet de relier différents quartiers entre eux. Son ambiance est très urbaine et passante. Les différents flux sont séparés et bien identifiés, afin de laisser une place confortable et adaptée à chacun (automobile, piétons, deux roues, transports en communs. L'éclairage public est implanté de façon efficace, afin d'assurer la sécurité et la visibilité de tous et de créer une ambiance qualitative nocturne de l'espace public. La rue peut être structurée par une bande végétale ou un alignement d'arbres, existants ou à créer.

Les voies du réseau secondaire devront être suffisamment dimensionnées pour permettre le passage et le croisement aisé des bus.

- Une largeur de la voirie en double-sens est nécessaire sauf contraintes techniques avérées
- Intégrer une végétalisation suffisante au projet (lié au confort thermique des piétons/cycles/bâtiments de la rue)

### Réseau secondaire de 2nd niveau

La rue de quartier dessert l'îlot et permet l'accès aux habitations. Une emprise de la rue réduite permet pour assurer la sécurité et la tranquillité des riverains.

On peut également réduire l'emprise de la voirie avec un gabarit réduit en sens unique dans des situations contraintes.

- Intégrer une végétalisation suffisante au projet (lié au confort thermique des piétons/cycles/bâtiments de la rue)

### La voie de desserte

C'est une voie de desserte automobile à l'échelle du quartier. Elle a pour fonction de permettre l'accès aux riverains à leur parcelle. Elle constitue une rue apaisée et partagée pour tous les usages. C'est un espace polyvalent pouvant accueillir ponctuellement quelques stationnements mais l'ambiance recherchée est celle de la rue étroite ou de la ruelle dont le piéton est prioritaire.

La circulation des piétons, vélos et des automobiles se fait au même niveau (pas de trottoirs)

- Elle peut être en impasse et desservir un nombre restreint d'habitation
- Intégrer une végétalisation suffisante au projet (lié au confort thermique des piétons/cycles/bâtiments de la rue)

### Le cheminement doux

Les espaces piétons et cyclables peuvent s'établir parallèlement à la voirie ou s'en écarter pour proposer des liaisons douces plus agréables. Ces espaces peuvent prendre la forme de véritables jardins linéaires, s'appuyer sur des cheminements doux existants, voies vertes.

- Intégrer une végétalisation suffisante au projet (lié au confort thermique des piétons/cycles/bâtiments de la rue)

Définition de la déclinaison du réseau reprise de [l'OAP CA La Rochelle, 2019](#)

# 5 / ENCADRER LES MOBILITÉS ET PROMOUVOIR LES MOBILITÉS ALTERNATIVES

## DÉVELOPPER LES MODES ACTIFS

Le principe de continuité des liaisons modes doux est un enjeu majeur pour le développement de leur pratique. Afin d'encourager la pratique du vélo, il est nécessaire d'avoir de bonnes conditions de circulation ainsi qu'une offre de stationnement large.

Le Plan De Mobilité ainsi que le Schéma Cyclable sont en cours d'élaboration et viendront compléter les éléments de cette OAP.

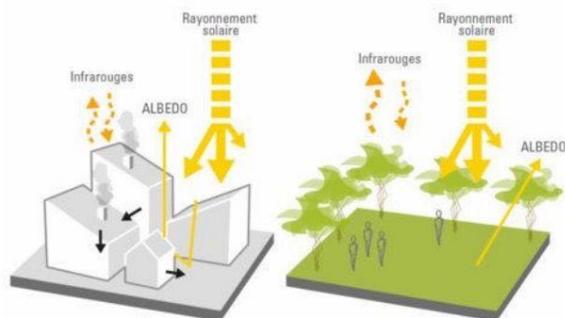
- **Porter une réflexion globale sur un maillage continu et lisible de liaisons douces à l'échelle de l'îlot et du quartier**
  - **S'appuyer sur le maillage existant (viaire, piéton, cycle) afin de permettre la traversée, le désenclavement du nouveau quartier.**
  - Éviter les fonctionnements en impasse.
  - **Réfléchir à la "perméabilité" des îlots lors de la définition des projets pour éviter les effets coupures liés au bâti pour rejoindre les équipements publics, les commerces ou une ligne de transport public.**
  - Un soin particulier sera accordé à la lisibilité des liaisons douces et aux perméabilités visuelles en lien avec le ou les éléments existants tout en assurant la continuité du jalonnement existant.
- **Assurer la création de voies cyclables dans les projets urbains**
  - Lors de la création ou rénovation de voies urbaines, l'intégration de liaisons cyclables sera systématiquement étudiée en veillant à assurer des continuités vers le réseau cyclable existant.
  - Les pistes peuvent prendre la forme de pistes, uni ou bi directionnelle, marquage au sol ou couloirs indépendants, en fonction des besoins, des contraintes de circulation et de la typologie de la voirie projetée.

# Glossaire et références

## Albédo

C'est la quantité de rayonnement solaire réfléchi par la surface terrestre (ou facteur de réflexion). Plus le rayonnement absorbé par la surface est important et moins il est réfléchi, plus la surface chauffe. Les objets noirs (tels que l'asphalte des routes) ont une valeur albédo faible, absorbent donc une grosse partie des rayons du soleil et se réchauffent fortement. Les objets blancs ont un albédo élevé et réfléchissent les rayons du soleil beaucoup plus fortement, de sorte qu'ils se réchauffent moins rapidement.

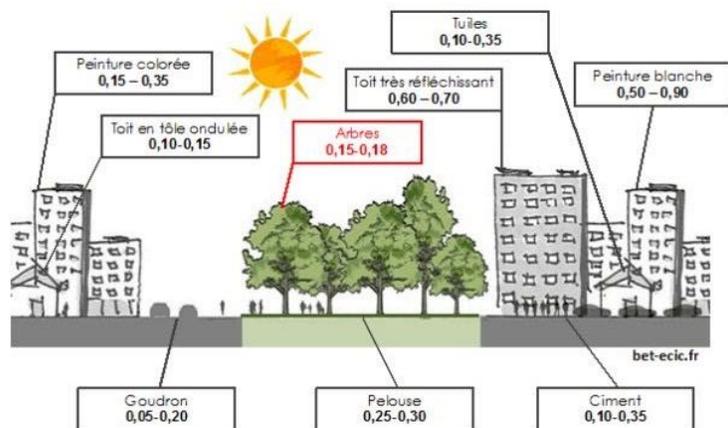
L'albédo désigne l'indice de réfléchissement d'une surface en fonction de sa couleur mais aussi de sa texture et porosité. C'est une valeur comprise entre 0 et 1 : un corps noir a un albédo nul car il absorbe toute la lumière incidente et un miroir, un albédo de 1 car il réfléchit toute la lumière incidente. Quelques chiffres :



Flux d'énergie et de rayonnement au-dessus d'une zone urbaine et d'une zone rurale (Les ICU, IAU 2010)

Source : SPL Lyon-Part-Dieu

Outre les couleurs, la nature des matériaux joue également un rôle dans l'absorption ou la réflexion de la chaleur et a donc de ce fait une influence sur le phénomène d'Îlot de Chaleur Urbain (ICU).

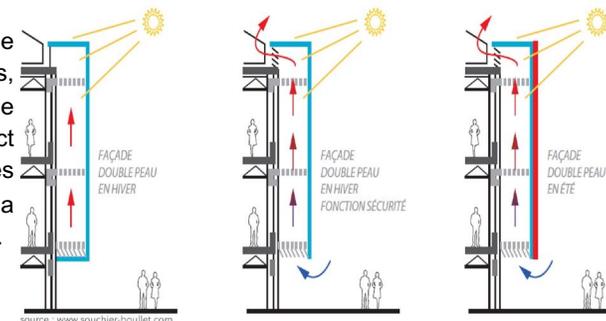


Substance	Albédo (%)
Corps noir	0
Océans	7
Forêts	5-10
Sols	16
Champs	14-17
Béton	17-27
Sable	25-30
Chaux	36
Glace	30-50
Neige tassée	52-81
Neige fraîche	81-92
Miroir	100

Source : Albedo Ingénierie [www.albedo-hqe.com](http://www.albedo-hqe.com) "droits réservés"

## Double peau

Type de façade constitué de trois parties : le revêtement extérieur (végétale, vitre, bois, etc) ; un espace tampon formé par une lame d'air ; et la façade du bâtiment en contact avec l'intérieur. Ce système permet des économies d'énergie en enveloppant la construction, et ainsi limitant les déperditions.



## Evapotranspiration

C'est l'émission de vapeur d'eau qui résulte de deux phénomènes : l'évaporation (phénomène purement physique) et la transpiration des plantes. La recharge des nappes phréatiques par les précipitations tombant en période d'activité du couvert végétal peut être limitée. En effet, la majorité de l'eau est évapo-transpirée par la végétation. Elle englobe la perte en eau due au climat, les pertes provenant de l'évaporation du sol et de la transpiration des plantes.

## Espace de pleine terre

Il concerne les surfaces perméables ne comportant pas de construction à quelque niveau que ce soit. Les éventuels ouvrages existants ou projetés dans son tréfonds ne doivent pas porter 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. En revanche, 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.

## Espèces allergisantes

Les allergies aux pollens touchent en France environ 20% des enfants et 30% des adultes. Si, pour l'instant, les graminées, le bouleau, le chêne, l'aulne et l'ambrosie constituent les principales espèces allergisantes, d'autres espèces pourraient faire leur apparition dans les années à venir.

**L'ambrosie à feuille d'armoise** est une plante envahissante dont le pollen émis en fin d'été est très allergisant. Quelques grains de pollens par m3 d'air suffisent à déclencher l'allergie. Dans 50% des cas, cette allergie peut en outre entraîner l'apparition de l'asthme ou provoquer son aggravation. Très présente dans la vallée du Rhône, l'ambrosie s'étend progressivement sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Pour réduire les risques sanitaires, il est important d'adopter des gestes simples de prévention. Le pollen est l'élément reproducteur produit par les organes mâles des plantes. Il est constitué de petits grains aux formes très variables selon les espèces végétales. Il est invisible à l'œil nu et contient de nombreuses protéines allergisantes. Il est transporté par les insectes ou par le vent.

Glossaire extrait du PLUi de Rennes Métropoles, 2019

Les pollens qui ont un caractère allergisant proviennent généralement de plantes dites « anémophiles », c'est-à-dire utilisant le vent comme moyen de transport des grains de pollens. Ils sont souvent plus petits (bouleau, aulne, charme, noisetier, chêne...).

Certains pollens peuvent entraîner des réactions allergiques appelées « pollinoses » au niveau des zones de contact (muqueuses respiratoires et oculaires). Plus rarement, ils peuvent être responsables de réactions cutanées (eczéma ou urticaire).

L'allergie est une réponse exagérée de l'organisme contre une substance étrangère. L'allergie respiratoire se présente sous deux formes principales : **la rhinite allergique et l'asthme allergique.**

- **La rhinite allergique ou « rhume des foins »** résulte d'une inflammation des voies aériennes supérieures (nez, rhinopharynx et larynx) qui provoque une congestion nasale obstructive et sécrétante (démangeaisons, éternuements, rougeur conjonctivale, larmoiement, paupières collées ou irritées).
- **L'asthme allergique** est une maladie inflammatoire des bronches (gonflement de la paroi des conduits aériens), conséquence de l'inhalation des allergènes en suspension dans l'air inhalé. Cette inflammation induit aussi une augmentation de la sensibilité des voies aériennes à d'autres stimuli. Cette maladie chronique se manifeste par des troubles respiratoires (dyspnée), avec une respiration sifflante (à l'expiration), un sentiment d'oppression thoracique, des épisodes récidivants de toux, un essoufflement après un effort, parfois une fatigue anormale brutale, une pâleur. Différents stades de l'asthme de gravité variable peuvent être identifiés, d'intermittent à persistant sévère. L'asthme est une maladie potentiellement mortelle.

Outre, les espèces précédemment citées, **la Berce du Caucase** constitue également un danger puisque sa sève est photo-sensibilisante et provoque des brûlures.

### Espèces invasives

Les espèces invasives (espèces exotiques envahissantes), par leur développement excessif et leur propagation rapide, impactent directement ou indirectement les espèces locales et les milieux, qu'ils soient naturels ou anthropisés. Pour certaines espèces, les effets négatifs sont aussi avérés sur les activités humaines et même la santé. Cette problématique est donc l'affaire de tous (collectivités publiques, acteurs privés et monde associatif).

Aussi, il faut savoir reconnaître ces espèces, éviter leur installation, leur utilisation et leur dispersion.

En termes de lutte, les interventions précoces et rapides sont privilégiées car elles permettent les actions les plus pertinentes, gages de réussite et de maîtrise des coûts. Mais avant d'agir, il est important de réaliser un bon diagnostic.

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Origine	Dissémination	Nuisance dues à l'invasion	Espèces de substitution	Méthodes de contrôle
<b>Espèces arborées</b>						
Ailante	<i>Ailanthus altissima</i>	Chine	Graines et racines	Production de substance toxique inhibant le développement des autres espèces.	Frênes communs	Arrachage manuel avec évacuation des résidus.
Erable negundo	<i>Acer negundo</i>	Chine	Graines, boutures	Dégradation des forêts alluviales par la formation de peuplements monospécifiques.	Peupliers, Erables sycamores et plânes, ou Bouleaux	Écorçage (1 m -2m) répété, provoque l'épuisement du peuplement Arrachage pour les jeunes plants avec destruction.
Robinier	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	Est des Etats-Unis	Graines et drageons	Diminution de la biodiversité, par un peuplement monospécifiques Augmentation de l'apport azoté dans le sol.	Faux ébénier, Bougenaudier	Arrachage des jeunes plants Écorçage (1 m -2m) répété, provoque l'épuisement du peuplement.
<b>Espèces arbustives</b>						
Faux indigo	<i>Amorpha fruticosa</i>	Amérique du Nord	Graines et boutures	Diminution de la biodiversité Concurrence sur les espèces indigènes Augmentation de l'apport azoté dans le sol.	Cornouiller	Arrachage, fauches des jeunes plants
Arbre aux papillons	<i>Buddleja davidii</i>	Chine	Graines, boutures	Diminution de la biodiversité Concurrence sur des espèces pionnières indigènes.	Sureau noir, Viorne olier ou lantane	Arrachage avec destruction et évacuation des débris et revegetalisation de la zone envahie.
Sumac de Virginie	<i>Rhus typhina</i>	Amérique du Nord	Graines et rhizomes	Diminution de la biodiversité Concurrence sur les espèces indigènes Plante pouvant provoquer des allergies (dermatose)	Sorbier des oiseaux	Arrachage des rhizomes et des jeunes plants avec destruction.
<b>Espèces grimpantes</b>						
Vigne vierge	<i>Parthenocissus inserta</i>	Amérique du Nord	Graines	Etaffement de la végétation	Houblon, Chèvre feuille des bois	Arrachage avant la floraison

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Origine	Dissémination	Nuisance dues à l'invasion	Espèces de substitution	Méthodes de contrôle
<b>Espèces herbacées</b>						
Berce du Caucase	<i>Heracleum montegazzianum</i>	Caucase	Graines	Diminution de la biodiversité (grande compétitivité) Plante pouvant provoquer des allergies (dermatose au contact du soleil)	Carottes sauvages, Berce des jardins	Arrachage manuel avec fauches répétées (mettre des protections).
Herbe de la pampa	<i>Cortaderia selloana</i>	Amérique du Sud	Graines	Diminution de la biodiversité Concurrence sur les espèces indigènes	Graminées, Cypéracées	Arrachage mécanique des touffes avec exportation de la matière. Coupe manuelle répétée des tiges.
Impatiens	<i>Impatiens balfoveri</i> <i>Impatiens glandulifera</i> <i>Impatiens parviflora</i>	Himalaya	Graines, boutures	Diminution de la biodiversité Concurrence sur les espèces indigènes	Epilobe à petites feuilles	Fauche des colonies avant floraison.
Les asters américains	<i>Aster lanceolatus</i> <i>Aster novi-belgii</i> <i>Aster x solignus</i>	Amérique du Nord	Graines, rhizomes	Diminution de la biodiversité par la colonisation de peuplements monospécifiques	Marguerites, Achillées millefeuilles	Fauches avec exportations de la matière. 2 fauches/an (1 en juin ; 1 début septembre).
Raisin d'Amérique	<i>Phytolacca americana</i>	Amérique du Nord	Graines	Diminution de la biodiversité Concurrence sur les espèces indigènes	Cornouillers, Fusain d'Europe	Supporte mal ombrage. Arrachage des jeunes plants avec exportation et destruction des résidus. Coupe ou broyage avant la fructification.
Renoué du Japon	<i>Reynoutria japonica</i> <i>Reynoutria sachalinensis</i> <i>Reynoutria x bahenica</i>	Asie orientale	Rhizomes et boutures	Accélère l'érosion des berges Impacte négatif sur la biodiversité Gêne la circulation et l'accès des usagers	Eupatoire chanvrine, Filipendule	Arrachage des jeunes plants Fauche avec recouvrement d'un géotextile au sol et plantation de ligneux.
Rudbeckie laciniée	<i>Rudbeckia laciniata</i>	Est de l'Amérique du Nord	Graines et rhizomes	Diminution de la biodiversité Concurrence sur les espèces indigènes	Salsifis des prés	Arrachage des rhizomes avec destruction. Fauche répété sur plusieurs années. Supporte mal ombrage.
Solidage géant	<i>Solidago gigantea</i> <i>Solidago canadensis</i>	Amérique du Nord	Graines et rhizomes	Diminution de la biodiversité Concurrence sur les espèces indigènes	Tanaisie, Barbée commune	2 fauches/an (1 avant floraison ; 1 en septembre) avec exportation de la matière.

OAP Ville-la-Grand, 2019

## Îlot de Chaleur Urbain

Le phénomène d'îlots de chaleur urbains (ICU) provoque des bulles de chaleur dues à l'activité humaine et à l'urbanisation dense. Impact négatif sur le confort thermique des espaces à la fois publics et privés, risques de pollutions pour la santé publique, surmortalité en cas de canicule. Les effets ne sont pas neutres et devraient s'accroître avec les évolutions climatiques envisagées, et leur prise en compte doit s'effectuer dès à présent tant dans la conception du tissu urbain que des bâtiments.

Le terme d'îlots de Chaleur Urbains (ICU) désigne une zone urbaine où la température de l'air et des surfaces est supérieure à celle des milieux ruraux.

Les ICU sont principalement observés la nuit où le refroidissement nocturne est moindre en ville que dans les zones rurales plus végétalisées. C'est un phénomène local qui peut varier d'une rue à l'autre avec une durée limitée dans le temps.

Avec une conservation de la chaleur la nuit, les zones soumises à ICU restent donc également plus chaudes la journée qui suit et nuit à son confort. Les différents facteurs identifiés comme étant à l'origine de la formation de l'ICU sont, par ordre hiérarchique d'influence :

1. Les surfaces verticales : les façades des bâtiments et des murs favorisent l'absorption ;
2. Le phénomène de "canyon urbain" : la faible "fraction de ciel visible" ("Sky View Factor") au sol et une forte fraction de hauts-immeubles favorise la rétention de la chaleur ;
3. La nature des matériaux (dont l'albédo) et la réduction des flux d'air (advection) : la rétention de la chaleur est entretenue par un faible rafraîchissement lié au vent ;
4. L'augmentation de chaleur sensible au détriment de la chaleur latente : la diminution de la présence de l'eau en ville (imperméabilisation des surfaces et présence moindre de végétation) réduit le phénomène d'évapotranspiration ;
5. L'activité anthropique, dont notamment la circulation automobile, le chauffage, etc.

Ainsi, la chaleur urbaine emmagasinée dans la journée par le bâti et le sol est restituée la nuit sur le lieu même de son stockage.

L'évolution climatique pressentie laisse imaginer qu'une canicule telle qu'en 2003 se produira tous les 2 à 3 ans, que les journées >25°C doubleront et celle >30°C tripleront.

Ainsi, l'intégration de ce phénomène d'ICU dans la conception urbaine est essentielle, tant du point de vue de la santé humaine que de celle de l'attractivité urbaine.

Il existe plusieurs variables sur lesquelles nous pouvons agir :

- la morphologie urbaine (limiter la formation de canyons urbains, favoriser la ventilation), matériaux, végétation, ombre, couleur de la ville ;
- la création d'espaces verts et le développement des zones de fraîcheur en ville (protection par rapport au rayonnement solaire, évapotranspiration, albédo élevé) ;

- la place de l'eau en ville ; des équipements techniques ou des lieux dédiés à la création d'îlots de fraîcheur (ombrières, brumisateurs, ventilateurs) ;
- le dégagement de chaleur anthropique (limitation des climatiseurs notamment) ;
- le bâtiment en lui-même : forme, matériaux (albédo et inertie thermique), couleur et fonctionnement (inertie, ventilation).

## Inertie thermique

L'inertie thermique peut être définie comme la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit. Cette caractéristique est très importante pour garantir un bon confort notamment en été, c'est-à-dire pour éviter les surchauffes.

Cette inertie thermique permet de limiter les effets d'une variation "rapide" de la température extérieure sur le climat intérieur par un déphasage entre la température extérieure et la température de surface intérieure des murs et par amortissement de l'amplitude de cette variation. Un déphasage suffisant permettra par exemple que la chaleur extérieure "n'arrive" qu'en fin de journée dans l'habitat, période où il est plus facile de le rafraîchir grâce à une simple ouverture des fenêtres.

L'inertie thermique d'un matériau est évaluée à l'aide des deux paramètres suivants :

- La diffusivité : elle détermine la vitesse avec laquelle la température d'un matériau va évoluer en fonction des sollicitations thermiques extérieures.
- L'effusivité : c'est la capacité d'un matériau à échanger de l'énergie thermique avec son environnement.

Pour garantir le confort d'été (éviter les surchauffes) on essaiera d'utiliser un matériau possédant les caractéristiques suivantes :

- Une faible diffusivité, pour que l'échange d'énergie thermique entre le climat extérieur et le climat intérieur se fasse le plus lentement possible (inertie en transmission).
- Une forte effusivité thermique pour que le mur stocke au maximum la fraîcheur dans les éléments en contact avec l'intérieur du bâtiment (inertie par absorption).

## Masques solaires

Source : Hespul

Les masques solaires représentent tout objet naturel ou construit pouvant faire obstacle au soleil. Ils peuvent être liés aux végétaux, au bâti, ou à l'environnement.

Afin de favoriser les apports solaires passifs et le potentiel de production d'énergies solaires thermique et photovoltaïque, il faut optimiser le plan de composition de la zone pour limiter au maximum les masques solaires. La végétation pourra par la suite être sélectionnée afin de laisser passer les apports solaires en hiver tout en offrant des protections efficaces contre la surchauffe d'été.

Ceci est d'autant plus important que la réalisation d'un bâtiment basse consommation (niveau RE2020 ou plus) qui ne bénéficie pas d'apport solaire entraînera nécessairement des surcoûts significatifs, car pour atteindre les niveaux de performance visée, le maître d'ouvrage devra choisir des systèmes très performants et recourir à de la sur-isolation.

Masques solaires et conception bioclimatique :

En construction bioclimatique, tout ce qui peut constituer un masque solaire doit être intégré. Les masques créent des ombres sur le bâtiment en fonction de l'heure de la journée, de la saison, de la forme et des dimensions des vitrages, de la forme et des dimensions du masque et de la position du masque par rapport au vitrage à protéger.

Les différents masques solaires :

- Les masques architecturaux : casquettes, flancs, loggias, patios, etc.
- Les masques végétaux : la présence d'arbres à feuilles caduques à l'ouest permet d'éviter une surchauffe durant l'été et, en hiver, de laisser pénétrer les rayons solaires à l'intérieur de la maison, et ainsi d'augmenter la température de manière naturelle.

### Matériaux : biosourcés / non polluants / non nocifs

Les matériaux biosourcés sont des matériaux issus de la biomasse d'origine animale ou végétale. Dans le bâtiment, les matériaux biosourcés les plus utilisés sont le bois, la paille, la chènevotte (chanvre), la ouate de cellulose, le liège, le lin et la laine de mouton. On parle parfois aussi de biomatériaux ou d'agro-ressources.

### Mur végétalisé

La notion de "mur végétalisé" peut revêtir plusieurs réalités :

- Un mur sur lequel poussent des plantes grimpantes,
- Un "mur vivant", "mur-manteaux" végétalisé ou "mur végétal" qui concernent des jardins ou écosystèmes verticaux, plus ou moins artificiels. Ces parois verticales végétales ou végétalisées sont conçues tantôt comme éléments esthétiques et de décor intérieur ou extérieur, tantôt comme œuvres d'art utilisant le végétal, ou encore comme éléments d'écologie urbaine ; dans ce dernier cas, ces murs, comme les terrasses végétalisées ou les clôtures végétales, peuvent contribuer à la 15ème cible HQE, ainsi peut-être qu'à la restauration de réseaux de corridors écologiques en ville notamment. Ils peuvent servir de refuge ou de garde-manger pour la petite faune urbaine (oiseaux, invertébrés, mammifères), mais ils peuvent également jouer un rôle en matière de microclimat ou d'épuration des eaux, de régulation des crues urbaines et de la qualité de l'air. Le mur végétal porte aussi le nom de PCVv pour « Paroi Complexe Végétalisée Verticale ». Son équivalent horizontal (PCVh) est la toiture végétalisée.

### Noue

Une **noüe** est une sorte de fossé peu profond et large, végétalisé, qui recueille provisoirement de l'eau de ruissellement, soit pour l'évacuer via un trop-plein, soit pour l'évaporer (évapotranspiration) ou pour l'infiltrer sur place permettant ainsi la reconstitution des nappes phréatiques.

Moins les bords de la noue sont pentus, moins elle se remplit rapidement.

Les noues sont de plus en plus utilisées avec souvent comme premier objectif de limiter la pollution de l'eau et d'améliorer l'environnement urbain en favorisant une gestion des eaux pluviales efficiente et la santé. Ces techniques doivent alors faire l'objet d'une mise en œuvre et d'un suivi adéquat, de manière à éviter l'infiltration dans la nappe de polluants ou substances indésirables et de bénéficier d'un fonctionnement optimal.

### Palette végétale (clôtures, etc.) : végétaux recommandés / interdits

En accompagnement des espaces bâtis, il est recommandé d'implanter des végétaux de différentes strates (herbacée, arbustive, arborée) afin d'améliorer le microclimat urbain et de favoriser la biodiversité. Les végétaux à privilégier sont :

- des gazons à croissance lente et des arbres et haies libres nécessitant peu de taille (limitation des déchets verts),
- des arbres à feuilles caduques à l'ouest du bâti, permettant d'éviter une surchauffe durant l'été, tout en laissant pénétrer les rayons solaires en hiver (apports solaires passifs).

Les espèces végétales et allergènes sont à éviter (cf. supra).

### Surfaces imperméables

Il s'agit des revêtements imperméables pour l'air et l'eau, sans végétation. Elles ne sont pas prises en compte dans le calcul du coefficient de végétalisation. Liste non exhaustive : béton, bitume, dallage avec couche de mortier ...etc.

### Techniques de rétention des eaux pluviales

Dans la nature, lorsqu'il pleut, 50% de l'eau de pluie s'infiltré dans le sous-sol et va alimenter les nappes phréatiques et les rivières, tandis que 40% de cette eau s'évapore (en partie grâce aux végétaux) et retourne dans l'atmosphère. Seulement 10% de cette eau va inonder le sol. Sur un terrain aménagé, les maisons, les parkings et autres installations empêchent l'infiltration et augmentent les ruissellements. Les conséquences sont évidentes et multiples :

- les nappes phréatiques et les ruisseaux reçoivent de moins en moins d'eau de façon naturelle, renforçant les problématiques de qualité de l'eau ;
- la température augmente dans les villes (c'est l'un des facteurs du phénomène d'îlot de chaleur urbain) ;
- les inondations se multiplient



Source : SYMASOL – Syndicat Mixte des Affluents du Sud-Ouest Lémanique – Genève

Afin de limiter les conséquences négatives de l'aménagement sur la gestion des eaux pluviales, diverses techniques alternatives au "tout-tuyau" peuvent être mises en place notamment :

- les noues et fossés,
- les tranchées,
- les bassins à ciel ouvert,
- les puits d'infiltration,
- les toitures ou chaussées stockantes,
- les structures réservoirs.

### Toitures végétalisées

Une toiture végétale également appelée toiture végétalisée, toit végétal, toit vert est une toiture aménagée en toit-terrasse, recouverte de végétation, alternative à des matériaux couramment utilisés, comme les tuiles, ardoises, bois ou tôles. Cette technique existe vraisemblablement depuis le néolithique (12500 à 8000 av. J.-C.). Il consiste à recouvrir d'un substrat végétalisé un toit plat ou à faible pente (jusqu'à 30° et rarement plus, au-delà, on parlera de "mur végétalisé").

De nombreuses expériences conduites en Europe (depuis les années 70 surtout en Allemagne, Pays-Bas, Suisse, pays scandinaves, et depuis peu en Belgique, France, etc.) ont montré que pour des objectifs esthétiques ou de durabilité, comme dans la perspective de restauration ou protection de la biodiversité et de l'environnement en milieu urbain (en particulier concernant la qualité de l'air et l'atténuation des îlots de Chaleur Urbains) l'aménagement d'un toit planté se révélait intéressant.

Certaines toitures végétalisées peuvent être stockantes, c'est-à-dire qu'elles permettent de réduire les débits de pointe et de filtrer, dans une certaine mesure, les eaux pluviales en les retenant temporairement au plus près de la surface réceptrice. Les eaux sont ensuite évacuées par évaporation, évapotranspiration ou relâchées à faible débit vers un exutoire, suivant le type de toiture envisagé.

Ce dispositif de toiture stockante s'applique le plus souvent aux toitures plates mais peut être également mis en œuvre pour des toitures inclinées en implantant des caissons qui cloisonnent la surface réceptrice.

Les différents types se distinguent par la couche de finition éventuelle :

- les toitures vertes qui stockent les eaux dans le substrat végétal, substrat qui peut être plus ou moins épais ;
- les toitures gravier qui stockent les eaux au niveau de la couche de gravier ;
- les toitures en eau, sans aucun matériau de finition par-dessus l'étanchéité.

Les avantages des toitures vertes et en gravier sont nombreux : augmentation de l'inertie thermique permettant de lutter contre la surchauffe estivale, développement de la biodiversité, la protection des membranes d'étanchéité contre les UV, réduction du ruissellement de l'eau, filtration partielle de l'eau,...

### Végétalisation des pieds de façade

Cette végétalisation des pieds de façades sur l'espace public, bien que ne comptant pas dans le "coefficient de végétalisation", contribue à améliorer le cadre de vie, la biodiversité et les capacités d'infiltration du sol. A titre d'exemple, la Ville de Rennes a mis en place depuis 2005 le dispositif "Embellissons nos murs", consistant à autoriser et à inciter les habitants à utiliser le trottoir pour embellir leurs murs à l'aide de grimpantes ou d'autres plantes. Pour ce faire des fosses de plantation sont réalisées dans le bitume afin de créer un espace à jardiner.

### Calcul d'ensoleillement / ombres portées

L'ensoleillement des quartiers, îlots ou parcelles diffère selon la période de l'année. En effet, la course du soleil, telle que présentée ci-dessous, implique que les apports solaires d'une part, et l'ensoleillement des pièces d'autre part évolue selon la saison :

- en été, le soleil étant plus zénithal, l'apport solaire (lumière / énergie) est plus fort et les bâtiments génèrent des ombres plus courtes ayant peu ou pas d'impact sur leurs environs ;
- en hiver, le soleil étant plus lointain et plus rasant, l'apport solaire (lumière / énergie) est moins fort et les bâtiments génèrent des ombres plus longues pouvant avoir des impacts plus ou moins forts sur leurs environs.

Le protocole d'étude peut se résumer ainsi :

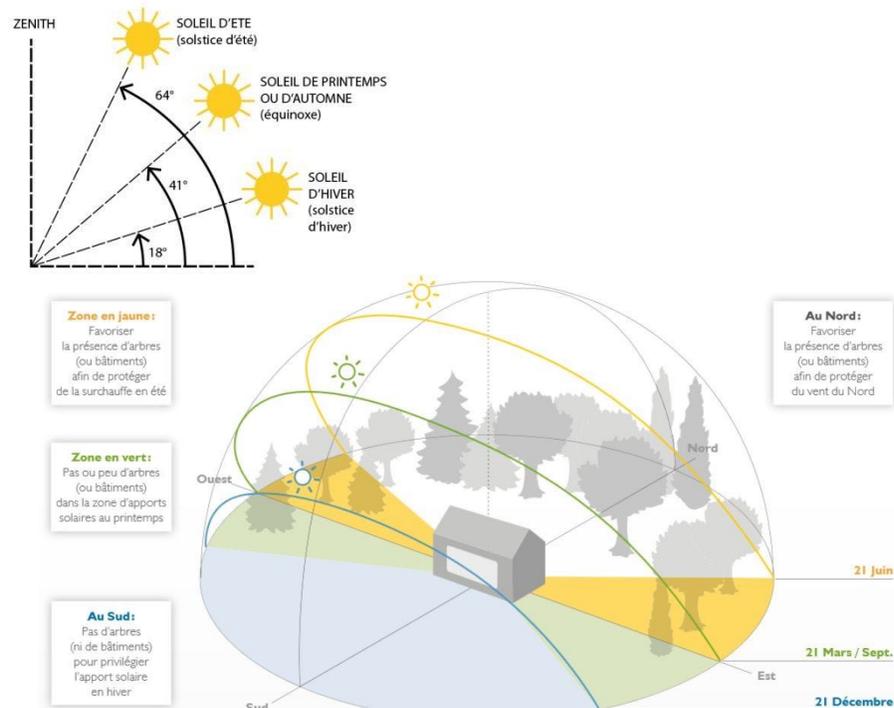
- Les volumes impliqués dans l'étude sont modélisés.
- L'analyse est réalisée en cumulant les 4 temps spécifiques de l'année (solstices – 21 juin et 21 décembre, et équinoxes – 21 mars et 21 septembre), permettant de faire une moyenne entre les trajectoires les plus hautes, les plus basses et médianes. Cette analyse permet de mesurer l'impact des constructions existantes ou futures sur leur environnement.
- L'ensemble des différents masques solaires doit être intégré : bâtiments existants et futurs, casquettes, loggias, patios, arbres, clôtures.

Glossaire extrait du PLUi de Rennes Métropoles, 2019

Du point de vue énergétique et confort de vie, la recherche d'une durée d'ensoleillement de 3 heures le 21 décembre pourrait constituer un objectif qualitatif vers lequel tendre, à adapter selon les affectations et la localisation des programmes.

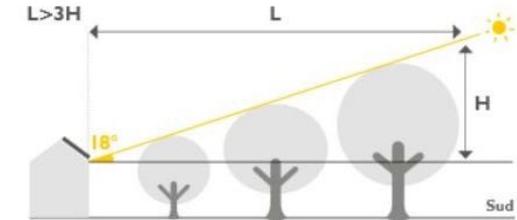
Divers outils existent :

- Héliodion : c'est un dispositif qui permet d'obtenir une représentation informatique des ombres portées en simulant la trajectoire du soleil en un lieu géographique donné. Cet outil permet d'évaluer comment faire pour profiter des apports solaires ou s'en prémunir selon la période de l'année et selon la course du soleil dans une journée ;
- Périmètre d'Ombres Fictives (POF) : cet outil (initié dans les années 60) permet de compléter la notion de prospect, dans le but de définir des règles d'urbanisme favorables à une meilleure prise en compte de l'ensoleillement. Il permet de tracer un polygone correspondant aux ombres générées par un bâtiment en respectant les distances suivantes : pour les angles Est et Ouest,  $D=H$ , pour l'angle Nord,  $D=3H/2$  et pour l'angle Sud  $D=H/2$  (cf. schéma ci-contre)
- Ces outils sont intéressants dans la phase "conception" d'un projet car ils permettent d'évaluer l'ensoleillement dont il bénéficiera, mais également l'impact de celui-ci sur les parcelles ou les bâtiments voisins, ou les dispositifs de production d'énergie renouvelable (solaire) existants ou potentiels dans des configurations favorables.



Source : Hespul

Masques solaires et production d'énergie renouvelable : Les masques solaires peuvent également être générés par les végétaux. Lors de la conception d'un projet, il est important de considérer l'environnement du projet et notamment la configuration des toitures favorables à l'implantation de dispositifs de production d'énergie renouvelable (façades orientées sud + ou - 35°) afin de ne pas obérer les possibilités de production solaire thermique ou photovoltaïque. Pour étudier le projet, la règle " $L>3H$ " peut être utilisée, garantissant que les bâtiments ou végétaux situés au sud d'un projet ne dépassent pas un angle de 18° par rapport à l'horizon pris au bas de la toiture. L étant la distance à prévoir entre les bâtiments et H la différence entre la hauteur du bâtiment situé au sud et le bas de la toiture du bâtiment favorable à la production d'énergie renouvelable.



Source : Hespul

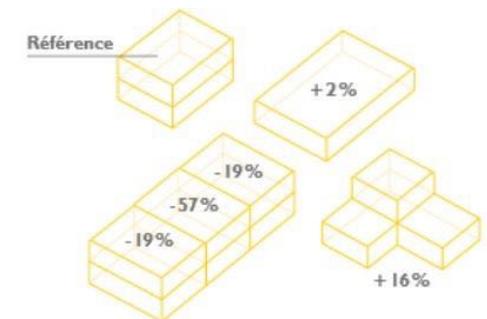
## Compacité du bâti / coefficient de compacité

La recherche de compacité du bâti est nécessaire pour limiter les déperditions énergétiques.

Il existe plusieurs manières de jouer sur la compacité du bâtiment, notamment la mitoyenneté, mais également la forme du bâti lui-même. La compacité du bâti correspond au ratio entre la surface déperditive et la surface utile du bâtiment. Un Coefficient de Compacité (CC) peut s'exprimer comme étant le rapport entre la surface extérieure et la surface de plancher d'un bâtiment.  $CC = \text{Surfaces Parois (SPa)} / \text{Surfaces Plancher (SP)}$ .

Le facteur de compacité plus faible étant meilleur.

Son calcul permet de comparer les différentes formes de bâti par rapport à un volume donné. La recherche d'une compacité accrue a une justification économique car les déperditions thermiques par les parois sont réduites et la géométrie de l'enveloppe extérieure est plus simple et meilleur marché.



OAP Rennes Métropole, 2019

## Principales références utilisées au sein de ce livrable

- **Plan Local d'Urbanisme Intercommunal d'Angers Loire Métropole, OAP Bioclimatisme et transition écologique, 16 septembre 2021.**
  - URL : [https://www.angersloiremetropole.fr/fileadmin/user\\_upload/4.2.1\\_oap\\_bte\\_appro.pdf](https://www.angersloiremetropole.fr/fileadmin/user_upload/4.2.1_oap_bte_appro.pdf)
- **Plan Local d'Urbanisme de Lille, Orientation d'Aménagement et de Programmation, Climat, Air, Energie, Risques et Santé, 17 décembre 2021**
  - URL : [https://documents-plu2.lillemetropole.fr/PLU2\\_en\\_vigueur/3\\_OAP/07\\_OAP\\_THEMATIQUES\\_PCAET.pdf](https://documents-plu2.lillemetropole.fr/PLU2_en_vigueur/3_OAP/07_OAP_THEMATIQUES_PCAET.pdf)
- **Plan Local d'Urbanisme Métropolitain de Nantes, Orientation d'Aménagement et de Programmation, Climat Air Energie, 5 avril 2019**
  - URL [https://metropole.nantes.fr/files/live/sites/metropolenantesfr/files/plum\\_appro/3\\_Orientations\\_d'Am%C3%A9nagement\\_et\\_de\\_Programmation/3-1\\_OAP\\_th%C3%A9matiques/3-1-3\\_OAP\\_Climat\\_Air\\_Energie/OAP\\_CAE.pdf](https://metropole.nantes.fr/files/live/sites/metropolenantesfr/files/plum_appro/3_Orientations_d'Am%C3%A9nagement_et_de_Programmation/3-1_OAP_th%C3%A9matiques/3-1-3_OAP_Climat_Air_Energie/OAP_CAE.pdf)
- **Plan Local d'Urbanisme Intercommunal de Rennes Métropoles, Orientation d'Aménagement et de Programmation, Santé/Climat/Energie, 19 décembre 2019.**
  - URL : [https://www.lachapellethouarault.fr/upload/espace/1/urbanisme/PLUi\\_OAP\\_SanteEnergieClimat\\_fiches.pdf](https://www.lachapellethouarault.fr/upload/espace/1/urbanisme/PLUi_OAP_SanteEnergieClimat_fiches.pdf)
- **Plan Local d'Urbanisme Intercommunal, Communauté d'Agglomération de La Rochelle, Orientation d'Aménagement et de Programmation, OAP Mobilité, 19 décembre 2019**
  - URL : <https://www.verines.fr/wp-content/uploads/2021/09/3.1.1-OAP-Mobilite.pdf>
- **Plan Local d'Urbanisme de la Ville de Valence, Orientation d'Aménagement et de Programmation, Favoriser des mobilités plus durables, novembre 2021**
  - URL : <https://www.valence.fr/app/uploads/2023/07/OAP-th.-3.pdf>
- **Plan Local d'Urbanisme Intercommunal du Grand Chambéry, fiches pédagogiques : performance énergétique en rénovation, performance énergétique dans le neuf et bonus de constructibilité, gestion des eaux pluviales, décembre 2020**
- **Guide technique, désimperméabiliser par le végétal, outil de conseil, Editions du CAUE Rhône Métropole, janvier 2023**
  - URL : [https://www.caue69.fr/1/page/20062/Guide\\_technique\\_Desimpermeabiliser\\_par\\_le\\_vegetal](https://www.caue69.fr/1/page/20062/Guide_technique_Desimpermeabiliser_par_le_vegetal)