



ORIENTATIONS D'AMÉNAGEMENT ET DE PROGRAMMATION

# OAP BIOCLIMATIQUE

NOUVELLE OAP THEMATIQUE



**PLUi approuvé le 20 décembre 2019**  
**Projet de modification n°3**

# SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	3
1_ UNE METROPOLE DE CONTRASTES.....	3
2_ UN TERRITOIRE ENGAGE DEPUIS LONGTEMPS FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE .....	3
3_ AGIR SUR LE CLIMAT PAR L'URBANISME.....	4
4_ UN NOUVEL OUTIL POUR UNE CONCEPTION BIOCLIMATIQUE DE TOUT PROJET SUR LA METROPOLE.....	5
<b>1_ OBJECTIFS ET MODE D'EMPLOI DE L'OAP BIOCLIMATIQUE.....</b>	<b>6</b>
1_ OBJECTIFS DE L'OAP BIOCLIMATIQUE.....	7
2_ RECOMMANDATIONS POUR UNE BONNE UTILISATION DE L'OAP BIOCLIMATIQUE.....	8
3_ APPRECIATION DE LA COMPATIBILITE DE L'OAP BIOCLIMATIQUE .....	8
4_ SYNOPSIS DES JEUX D'INTERACTION.....	10
<b>2_ LA CHARPENTE BIOCLIMATIQUE.....</b>	<b>11</b>
1_ LES INDICATEURS TOPOCLIMATIQUES.....	12
I / L'altitude .....	13
II / L'exposition des pentes en fonction de leur orientation .....	14
III / L'ensoleillement avec ombre portée au solstice d'hiver et d'été .....	15
IV / La température de surface en journée .....	17
V / Les ilots de chaleur urbains (ICU).....	18
VI / Le vent.....	26
2_ LA CHARPENTE BIOCLIMATIQUE.....	30
3_ ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES POUR LESQUELLES LE PROJET DOIT ETRE OPPOSABLE.....	32
<b>3_ CARTE D'IDENTITE DES PROFILS BIOCLIMATIQUES .....</b>	<b>35</b>
LE COEUR URBAIN DENSE.....	37
LE FOND DE VALLEE ENSOLEILLE .....	39
LES VERSANTS ORIENTES VERS LE SUD.....	41
LE PIEMONT ORIENTE VERS L'OUEST.....	43
LE COTEAU ORIENTE VERS L'EST .....	45
LES VERSANTS PEU ENSOLEILLES.....	47
LES FONDS DE VALLEE OUVERTS.....	49
LE PLATEAU ET LES COLLINES ENSOLEILLES .....	51
LES VALLONS D'ALTITUDE.....	53
LA MOYENNE MONTAGNE.....	55
<b>4_ FICHES OUTILS .....</b>	<b>57</b>
MAITRISER LES APPORTS SOLAIRE L'ETE.....	60
CAPTER LES APPORTS SOLAIRES L'HIVER.....	65
LIMITER LES MASQUES SOLAIRES.....	68
GARANTIR LA VENTILATION NATURELLE .....	70
IMPLANTER LES CONSTRUCTIONS EN FONCTION DU VENT DOMINANT.....	74
AMENAGER DES ESPACES PERIPHERIQUES BIOCLIMATIQUES.....	76
VEGETALISER LES CONSTRUCTIONS.....	79
LIMITER L'ACCUMULATION DE CHALEUR PAR LA TEINTE ET LE TYPE DE MATERIAUX : INERTIE ET BAS-CARBONE.....	82
PERFORMANCE ENERGETIQUE DE LA CONCEPTION DU BATI.....	87

# INTRODUCTION

## 1\_ UNE METROPOLE DE CONTRASTES

*Un territoire avec des milieux très variés qui impose une adaptation et une atténuation simultanées aux changements climatiques*

Parmi les capitales des Alpes, logée entre quatre massifs et traversée par deux rivières, **la métropole grenobloise présente des ambiances très contrastées** : des altitudes variées (plus de 1000 mètres de dénivelé), des zones peu urbanisées à côté de centres-villes denses, des paysages de plaines, de coteaux et de moyenne montagne. **La situation topographique particulière du bassin grenoblois crée une diversité incroyable de milieux et d'ambiances climatiques.**

**Une série de changements climatiques est enclenchée** : hausse des températures de près de 3°C d'ici 2050, intensification des chutes de pluie, allongement des périodes de sécheresse, etc.

**La métropole de Grenoble est particulièrement impactée par les changements climatiques.** La neige disparaît progressivement en moyenne montagne, des îlots de chaleur urbains se forment, les pluies torrentielles érodent les coteaux, les incendies plus fréquents réduisent les forêts.

Autant de changements qui auront un impact sur la qualité de vie, la santé et la sécurité des habitants - en particulier les populations vulnérables (personnes âgées, affaiblies, enfants, personnes à faibles revenus, etc.).

Il existe deux logiques complémentaires pour rendre les villes, les bourgs et les villages vivables dans ce contexte :

- **Atténuer les causes du réchauffement** (réduire les émissions de gaz à effet de serre, etc.).
- **S'adapter à ces changements climatiques** (préserver les arbres pour rafraîchir en été, désimperméabiliser les sols, etc.),

Les contrastes du territoire induisent pour la Métropole la nécessité de proposer à la fois des mesures pour atténuer et des mesures pour adapter le territoire selon les spécificités des différents milieux :

- Une commune de plaine, densément bâtie et peu végétalisée, devra évoluer vers une logique d'adaptation (en particulier pour rafraîchir la ville en été) alors que
- Une commune de coteau moins impactée par le réchauffement, caractérisée par plus de mobilité à fort impact carbone et avec moins de densité de population, devra se tourner vers une logique d'atténuation de son impact.

## 2\_ UN TERRITOIRE ENGAGE DEPUIS LONGTEMPS FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

*La Métropole de Grenoble forte d'actions pionnières déjà à l'œuvre pour une transition climatique*

**Le territoire complexe de Grenoble Alpes Métropole est engagé depuis près de vingt ans dans sa transition climatique**, faisant de la Métropole de Grenoble une métropole pionnière et inspirante. Son adaptation aux effets des dérèglements climatiques constitue un enjeu stratégique car il a de multiples conséquences environnementales, sanitaires, sociales, économiques, etc.

Grenoble Alpes Métropole s'est dotée, en 2005, d'un Plan Climat (le premier en France), devenu le **Plan Climat Air Énergie (PCAEM)**. Il fixe à horizon 2030 des objectifs et un programme d'actions et de suivi, en mobilisant tous les acteurs.



#### Les 4 objectifs du plan Climat Air Energie pour 2030 (depuis 2005) :

- > Gaz à effet de serre : - 50 %
- > Consommation d'énergie : - 40 %
- > Qualité de l'air : rejoindre les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS)
- > 30% d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale

D'autres plans d'action sont engagés pour renforcer la portée du plan Climat, soulevant des enjeux fort de l'organisation et de l'aménagement des territoires.

- Depuis 2017, Grenoble Alpes Métropole met en œuvre le Schéma directeur énergies 2030 pour encourager à réduire la consommation d'énergie, notamment les énergies fossiles, et à encourager l'utilisation d'énergies renouvelables et de récupération.
- Le Plan Canopée a été acté en 2022 en complément pour organiser ses actions pour préserver le végétal (arbres, arbustes, parcs, etc.). Une initiative qui place les arbres au cœur des villes et des villages pour les rendre plus frais par l'ombrage qu'ils apportent, plus respirables et 'respirantes'.
- Une cartographie des îlots de chaleur urbains établie par la Métropole à partir de 2024.



En 2021, Grenoble Alpes Métropole a lancé une Convention citoyenne métropolitaine pour le climat. Les propositions de 100 métropolitains ont été adoptées en Conseil Métropolitain en avril 2023 dont une large part est consacrée à la prise en compte de l'atténuation et de l'adaptation aux changements climatiques.

## 3 AGIR SUR LE CLIMAT PAR L'URBANISME

*Un PLUi en constante évolution pour associer aménagement du territoire, construction, rénovation et enjeux climatiques*

L'aménagement du territoire, comme tout projet de construction ou de rénovation, est intimement lié aux changements climatiques, que ce soit pour être en mesure de s'y adapter ou pour en atténuer les effets.

Le PLUi porte, depuis son approbation en 2019, des ambitions fortes en matière de transition écologique. Grenoble Alpes Métropole défend un engagement supérieur à celui demandé par l'Etat (loi Climat et résilience et Réglementation thermique et environnementale - RE 2020). De cette manière, elle anticipe les échéances dans ce secteur où les projets mettent du temps à se mettre en place et ont un impact à long terme (aménagement du territoire, bâtiment, plantation de végétaux, etc.).

En complément du PLUi, la Métropole dispose d'une palette d'outils pour enrichir la prise en compte des enjeux environnementaux et conduire les transitions du territoire :

- Les enjeux liés à l'**énergie** (efficacité énergétique et constructions bas-carbone) sont intégrés de manière ambitieuse dans le règlement écrit du PLUi,
- Les questions liées à la **qualité de l'air** sont traitées notamment par l'OAP Qualité de l'Air,
- La **trame verte et bleue et la biodiversité** sont prises en compte dans le PLUi à la fois par des dispositions réglementaires et par l'OAP Paysage et biodiversité,
- La question des **risques**, en lien avec les évolutions climatiques, fait l'objet de l'OAP Risques et résilience.

## 4 UN NOUVEL OUTIL POUR UNE CONCEPTION BIOCLIMATIQUE DE TOUT PROJET SUR LA METROPOLE

*Une « OAP bioclimatique » pour un aménagement qui s'appuie sur les atouts naturels du territoire*

L'ensemble des réflexions concernant ce territoire de contrastes a conduit la Métropole à identifier le bioclimatisme comme l'un des enjeux prioritaires à conforter dans le PLUi.

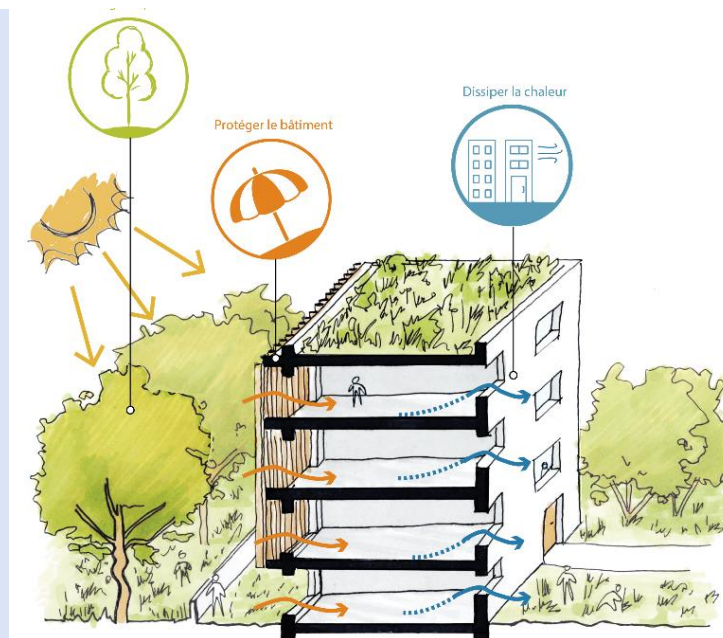
La modification du PLUi n°3 s'engage fortement dans la logique bioclimatique pour faire évoluer avec pertinence les projets portés par les habitants et les promoteurs immobiliers. La Métropole a fait le choix d'élaborer une nouvelle orientation d'aménagement et de programmation thématique dans ce sens : l'OAP Bioclimatique.

Ce nouvel outil pédagogique destiné aux porteurs de projets de construction, de rénovation et d'aménagement, est complémentaire au règlement du PLUi et offre une approche contextualisée qui prend en compte la diversité topo-climatique du territoire.

### C'EST QUOI LE BIOCLIMATISME ?

**Le bioclimatisme est une manière de concevoir un projet en harmonie avec son environnement naturel, pour optimiser le confort des usagers et des habitants, autant l'hiver que l'été, tout en minimisant l'impact écologique du bâtiment.**

Le projet bioclimatique s'adapte aux conditions climatiques locales afin de tirer bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes. L'objectif principal est d'obtenir le confort recherché de la manière la plus naturelle possible, en utilisant le moins possible les moyens techniques mécanisés et les énergies extérieures au site. Selon l'altitude, l'exposition au soleil en été et en hiver, l'exposition au vent, la densité d'urbanisation, la présence du végétal, les stratégies à mettre en place seront ainsi pensées de manières différentes.



Représentation des principes de base de bioclimatisme

Concevoir les projets de manière bioclimatique permet d'apporter des réponses concrètes aux objectifs métropolitains d'amélioration de la santé et de la qualité de vie des habitants, de diminution de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, et de préservation des ressources naturelles.

**La conception bioclimatique doit devenir un référentiel pour tout nouveau projet. L'OAP accompagne l'intelligence du projet afin que les concepteurs se posent les bonnes questions et y apportent des solutions adéquates.**



# 1 \_ OBJECTIFS ET MODE D'EMPLOI DE L'OAP BIOCLIMATIQUE

# 1 OBJECTIFS DE L'OAP BIOCLIMATIQUE

L'Orientation d'Aménagement et de Programmation thématique Bioclimatique (OAP – B) est un outil en faveur de la conception bioclimatique de tout projet sur la Métropole, autant à l'échelle du quartier que du bâti. Elle s'applique pour tous types de projets (habitat, locaux d'activités, bureaux, équipements...), sur le bâti neuf ou existant, et dans les villes, quartiers bourgs et villages PLUi.

## A\_Donner les clés de compréhension de l'ambiance climatique d'un site

Concevoir de manière bioclimatique implique de prendre en compte les conditions climatiques locales. L'OAP Bioclimatique donne à voir les caractéristiques climatiques, géographiques et topographiques permettant au porteur de projet d'identifier les atouts et les contraintes du site de son projet.

## B\_Spatialiser les contextes bioclimatiques

L'OAP Bioclimatique trace la charpente des ambiances bioclimatiques que l'on peut observer sur le territoire Métropolitain afin de faciliter l'identification des enjeux bioclimatique d'un site. Il s'agit d'une première grille de compréhension des spécificités locales du territoire contrasté (plaine, plateau, montagne) qu'est la Métropole.

## C\_Concevoir des projets bioclimatiques

En complémentarité avec le règlement qui s'applique, ainsi qu'avec les autres OAP thématiques, les projets devront être compatibles avec les orientations de l'OAP Bioclimatique qui apporte des éléments d'aide à la conception bioclimatique.

L'OAP accompagne l'intelligence du projet afin que les concepteurs se posent les bonnes questions et y apportent des solutions adéquates.

La conception bioclimatique doit devenir un référentiel pour tout nouveau projet.

## 2 RECOMMANDATIONS POUR UNE BONNE UTILISATION DE L'OAP BIOCLIMATIQUE

La vocation principale de cette orientation d'aménagement et de programmation est de tendre vers la réalisation de projets bioclimatiques. Cet objectif doit permettre d'avoir une approche intelligente du site et de son environnement.

1

**JE LOCALISE MON PROJET SUR LE PLAN DE ZONAGE** (règlement graphique) pour identifier le zonage et les prescriptions graphiques du PLUi qui concernent mon projet ainsi que l'ensemble des prescriptions du PLUi qui sont applicables : mon projet doit être conforme au règlement du PLUi, il doit respecter les règles qui y sont définies et conforme aux OAP thématiques et sectorielles.

2

**J'IDENTIFIE LE PROFIL BIOCLIMATIQUE DANS LEQUEL SE SITUE MON PROJET** pour comprendre les enjeux climatiques de son environnement :

- **Je consulte la charpente bioclimatique pour savoir dans quel profil je me situe**
- **Je regarde la fiche d'identité de mon profil et les orientations opposables et conseillées**
- **Je peux m'aider des fiches-outils pour savoir comment atteindre ces objectifs dans mon projet**

3

**JE PEUX ME RAPPROCHER DE LA COMMUNE POUR FAIRE PART DE MES INTENTIONS DE PROJET ET ÉCHANGER AVEC ELLE**

4

**JE CONÇOIS MON PROJET DANS LE CADRE DE L'OAP BIOCLIMATIQUE** > mon projet doit être compatible avec l'OAP BIOCLIMATIQUE

## 3 APPRECIATION DE LA COMPATIBILITE DE L'OAP BIOCLIMATIQUE

Tout projet de construction ou d'aménagement doit participer à la mise en œuvre des objectifs et orientations définis par l'OAP thématique Bioclimatique sans les contredire, ni les remettre en question.

Chaque zone du PLUi Métropolitain classée en zone U ou AU dans le PLUi fait partie d'un des 10 profils bioclimatiques délimité sur le territoire grâce à des indicateurs topoclimatiques.



Le rapport de compatibilité s'apprécie au regard des **ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES** déterminées selon chaque profil.

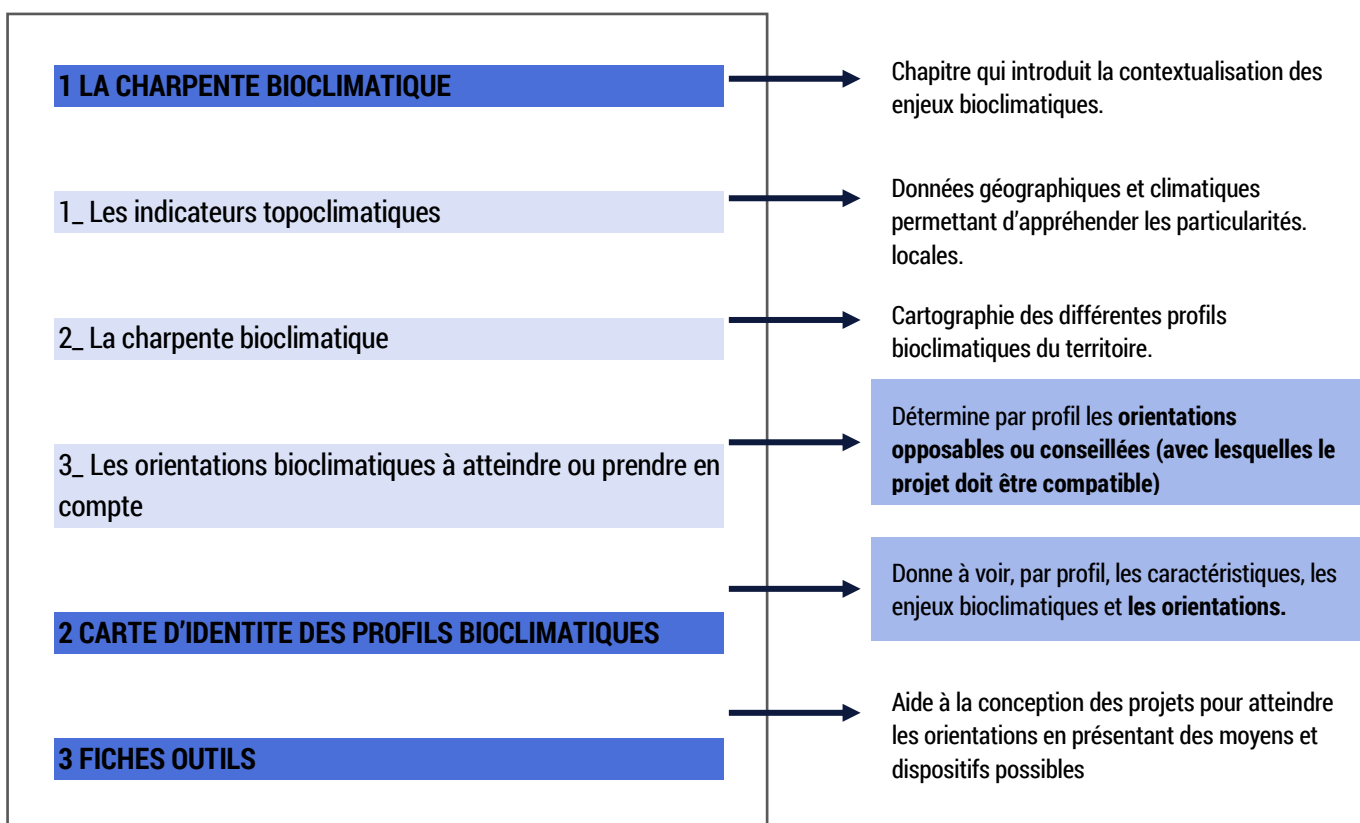
Tout projet doit montrer sa compatibilité en explicitant les moyens et dispositifs mis en place pour les atteindre :

- Les orientations « **OPPOSABLES** » le sont aux demandes d'autorisation d'urbanisme.
- Les orientations « **CONSEILLEES** » permettent d'aller plus loin dans la conception bioclimatique du projet.

Les **FICHES OUTILS** précisent les leviers possibles pour atteindre les orientations opposables et conseillées et illustrent des modalités de mise en œuvre afin que les porteurs de projet puissent comprendre au mieux les objectifs poursuivis. Ces leviers n'ont cependant pas un caractère opposable mais permettent de donner à voir des moyens mobilisables.

Les **ORIENTATIONS OPPOSABLES** de l'OAP Bioclimatique s'appliquent sauf si dispositions contraires de l'OAP Risques et Résilience, de l'OAP Air et de l'OAP Paysage et Biodiversité.

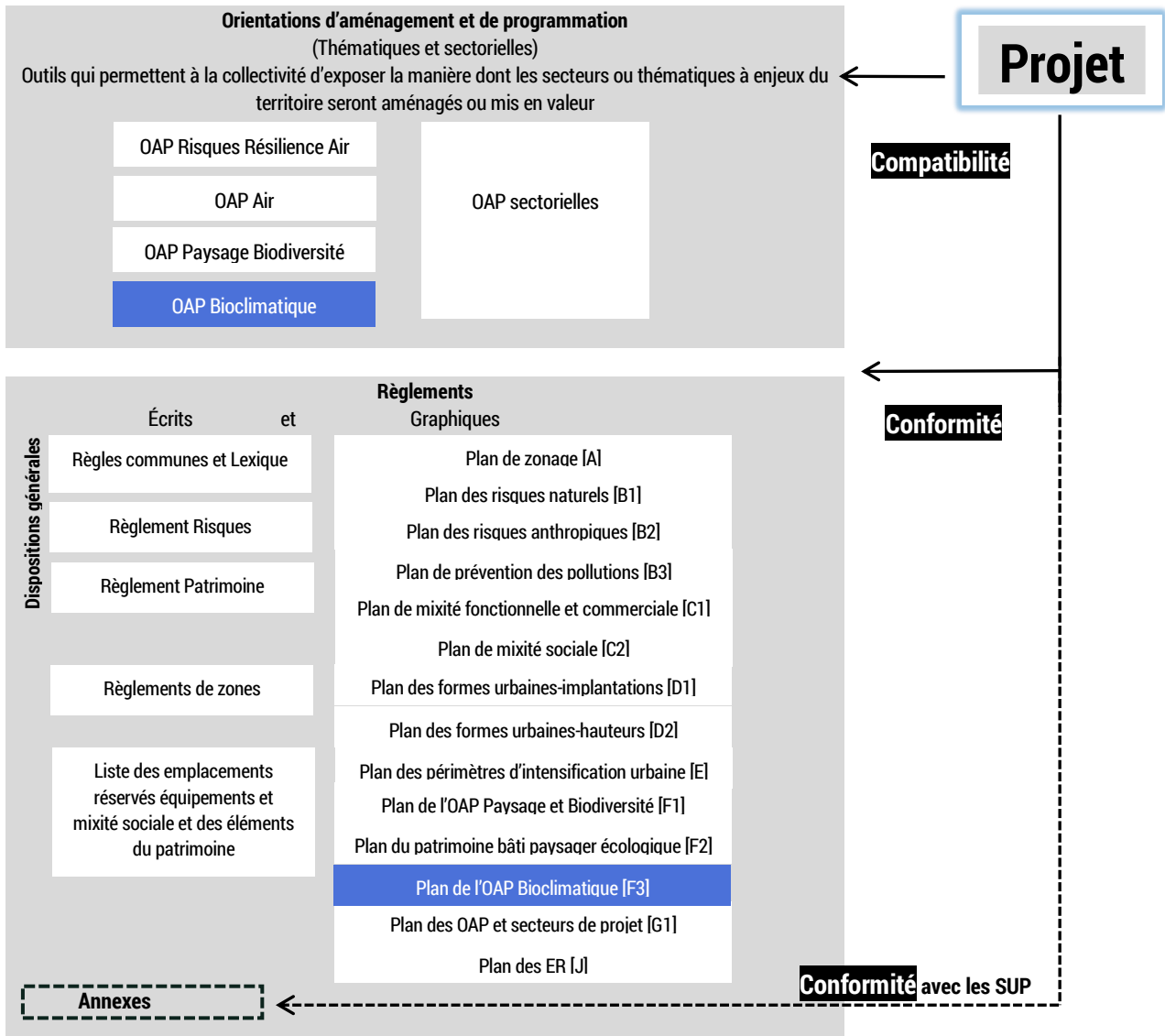
#### Structuration de l'OAP Bioclimatique :



# 4 SYNOPSIS DES JEUX D'INTERACTION

## L'OAP Bioclimatique avec l'ensemble des pièces du PLUi :

<b>PADD</b> Définit les orientations générales du PLUi	<b>RAPPORT DE PRESENTATION</b> Explique les choix retenus pour établir le PADD, les OAP et les règlements
---	--



Aux termes de l'article L. 152-1 du code de l'urbanisme, les projets doivent être conformes au règlement et à ses documents graphiques et compatibles avec les OAP.

**Rapport de conformité :** implique un rapport de stricte identité avec la règle. L'obligation de conformité interdit toute différence entre la norme et la mesure d'exécution.

**Rapport de compatibilité :** implique une non-contrariété avec les orientations définies.

# 2\_ LA CHARPENTE BIOCLIMATIQUE



# 1 LES INDICATEURS TOPOCLIMATIQUES

Territoire de montagne, **Grenoble Alpes Métropole présente des ambiances climatiques qui peuvent être très différentes d'un site à un autre, d'une saison à l'autre. Comprendre le micro-climat local applicable à chaque site est le fondement de la démarche bioclimatique** afin que dans leur conception les projets tirent parti des ressources naturelles disponibles telles que l'énergie solaire et les brises naturelles, pour chauffer, refroidir et ventiler les bâtiments de la manière la plus passive.

Pour comprendre l'ambiance climatique d'un secteur, **5 indicateurs faisant appel à la topographie, la géographie et au contexte climatique ont été sélectionnés**. De manière plus générale, **l'indicateur du vent permet en complément d'appréhender des modifications ponctuelles des ambiances climatiques**. Ce sont les **indicateurs topoclimatiques** :

INDICATEURS TOPOCLIMATIQUES	
CONTEXTUALISES	ALTITUDE
	EXPOSITION DES PENTES EN FONCTON DE LEUR ORIENTATION
	ENSOLEILLEMENT AVEC OMBRE PORTEE AU SOLSTICE D'HIVER ET D'ETE
	TEMPERATURE DE SURFACE EN JOURNEE
	ILOTS DE CHALEUR URBAINS
GENERAL	VENT

Spatialisés sur l'ensemble des zones urbaines et à urbaniser (U et AU) du PLUi, le croisement de ces indicateurs topoclimatiques permet de mettre en évidence de grandes entités spatiales présentant un contexte bioclimatique homogène. Ces entités sont nommées « **profils bioclimatiques** ».

**Les profils bioclimatiques décrivent une ambiance générale perçue dans un secteur mais ne présagent pas des spécificités hyperlocales à l'échelle de la parcelle.**

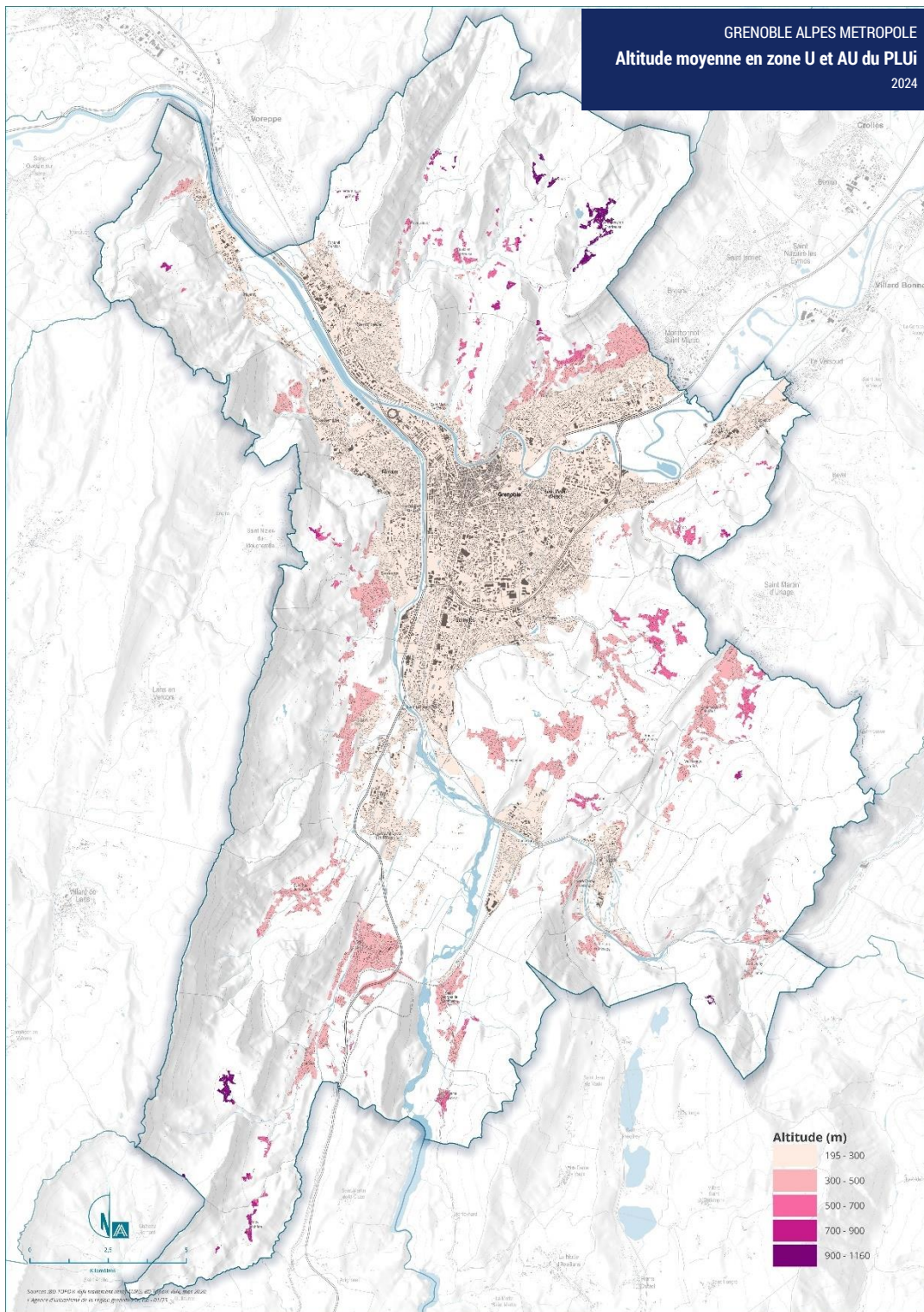
La limite entre deux profils bioclimatiques est issue de la pondération d'un indicateur par rapport aux autres du fait de son importance dans ce secteur. Il peut s'agir d'une rupture topographique, d'une baisse de l'ensoleillement, d'une exposition différente, etc.

## I / L'ALTITUDE

L'altitude est un facteur important à prendre en compte dans le bioclimatisme car elle influence directement les conditions climatiques locales :

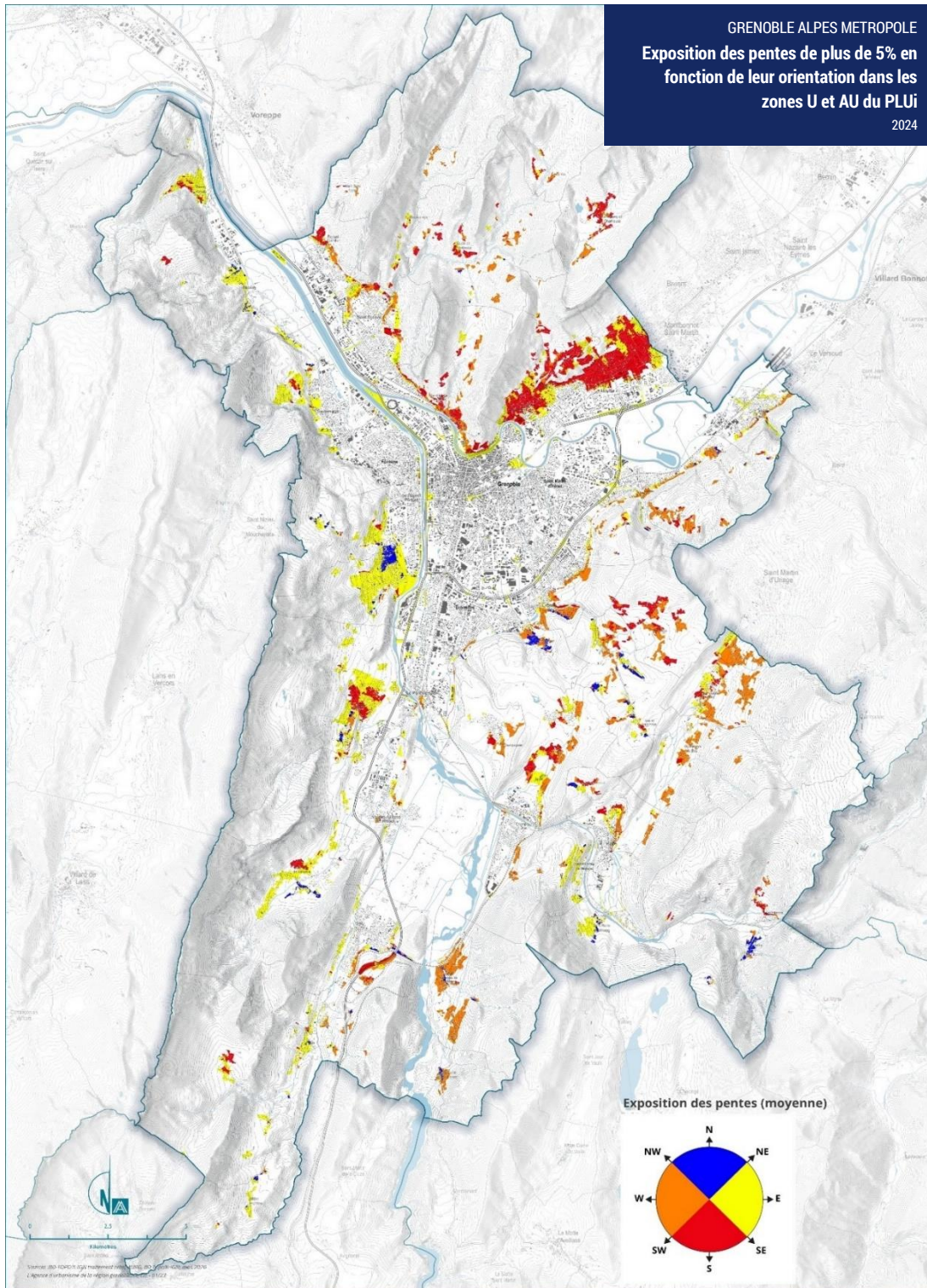
- Température : à mesure que l'altitude augmente, la température moyenne tend à diminuer.
- Ventilation : les vents peuvent être plus forts et plus fréquents à des altitudes plus élevées.

Cet indicateur est généré à l'échelle des zones U et AU du PLUi en y calculant l'altitude moyenne, ce qui permet de dégager des tendances et des ruptures de pente. Des seuils rapprochés de 200m ont été retenus pour distinguer toutes les nuances topographiques de la Métropole.



## II / L'EXPOSITION DES PENTES EN FONCTION DE LEUR ORIENTATION

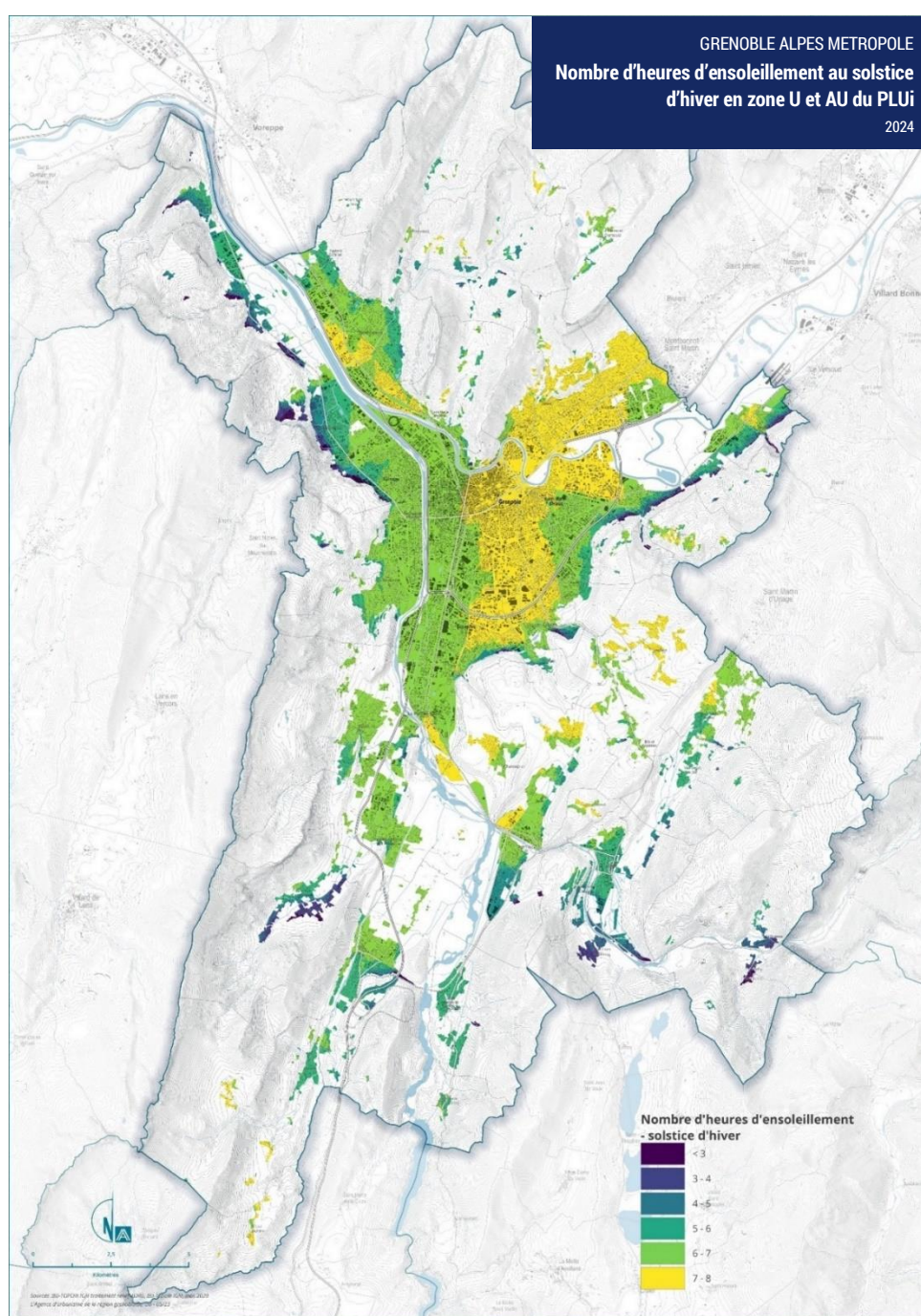
L'exposition des pentes détermine la quantité de lumière solaire directe que reçoit un terrain et son exposition aux vents en fonction de son orientation. Ce sont des éléments qui font partie des paramètres à évaluer lors d'un projet bioclimatique : un projet peut être impacté par une surexposition liée à une orientation sud ou au contraire un déficit de rayonnement solaire et venté s'il est situé sur une pente orientée au nord. La méthode d'identification de l'exposition des pentes consiste à prendre en compte les zones disposant de pentes à plus de 5% et de simplifier l'information en 4 secteurs d'exposition (nord, sud, est, ouest) en conservant les valeurs les plus représentatives dans les zones U et AU concernées. Des variations d'exposition existent au sein de ces zones. Cette méthode permet de dégager les principales tendances.



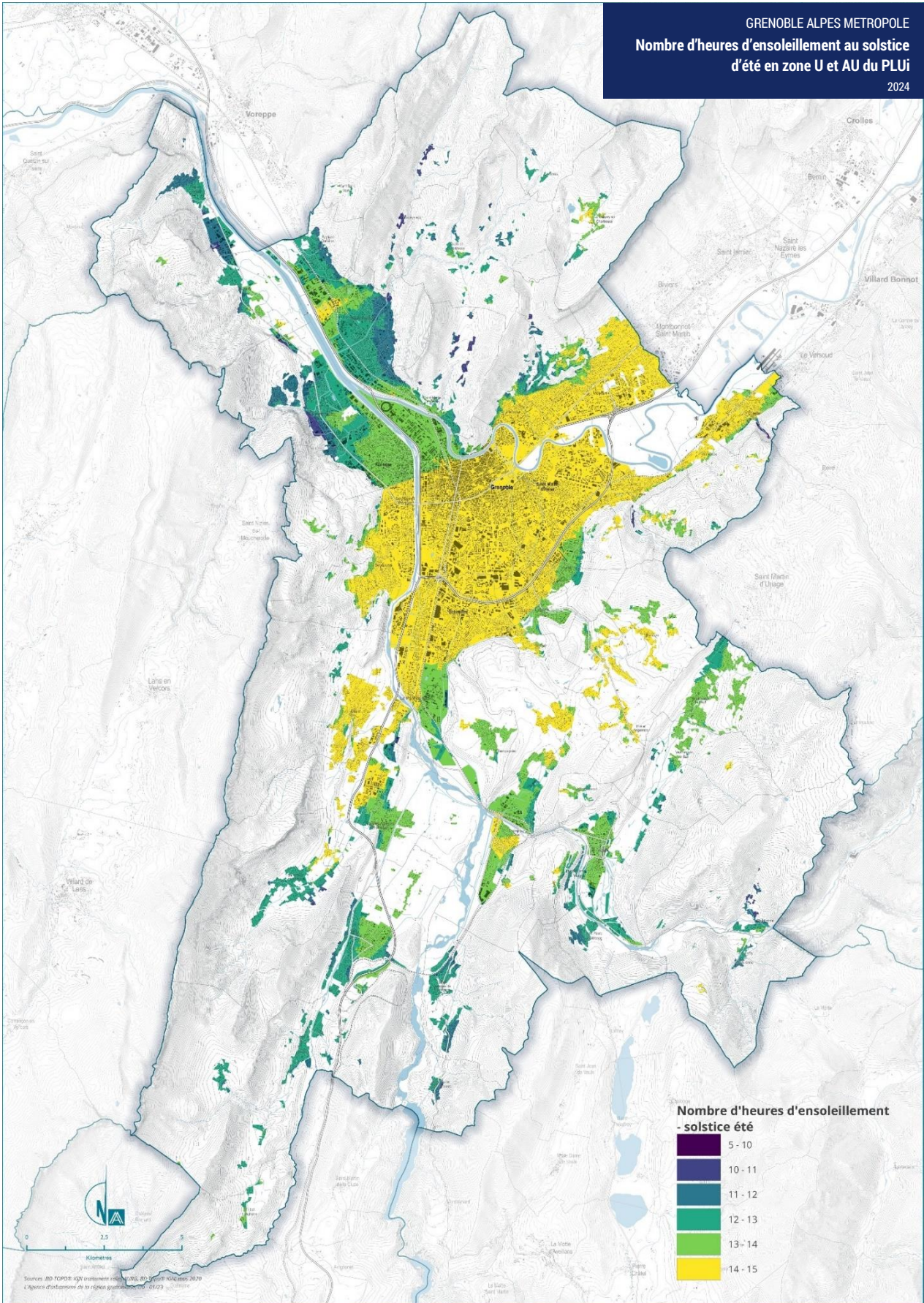
### III / L'ENSOLEILLEMENT AVEC OMBRE PORTEE AU SOLSTICE D'HIVER ET D'ETE

Le nombre d'heure d'ensoleillement est un aspect crucial dans la conception bioclimatique des bâtiments. Il influence directement le confort thermique des occupants en été (surchauffe estivale en cas de surexposition), et en hiver (besoin de chauffage renforcé en cas de sous-exposition).

Les nombres d'heures d'ensoleillement théorique au 21 juin 2023 et au 22 décembre 2023 sont ici spatialisés. Le calcul est réalisé à l'aide du logiciel GRASS et utilise le MNT de l'IGN à une résolution de 25 m. Le module calcule les heures d'ensoleillement pour le jour donné. Cette option nécessite à la fois l'heure standard de Greenwich et l'utilisation de l'algorithme SOLPOS par The National Renewable Energy Laboratory (NREL).



GRENOBLE ALPES METROPOLE  
Nombre d'heures d'ensoleillement au solstice  
d'été en zone U et AU du PLUi  
2024

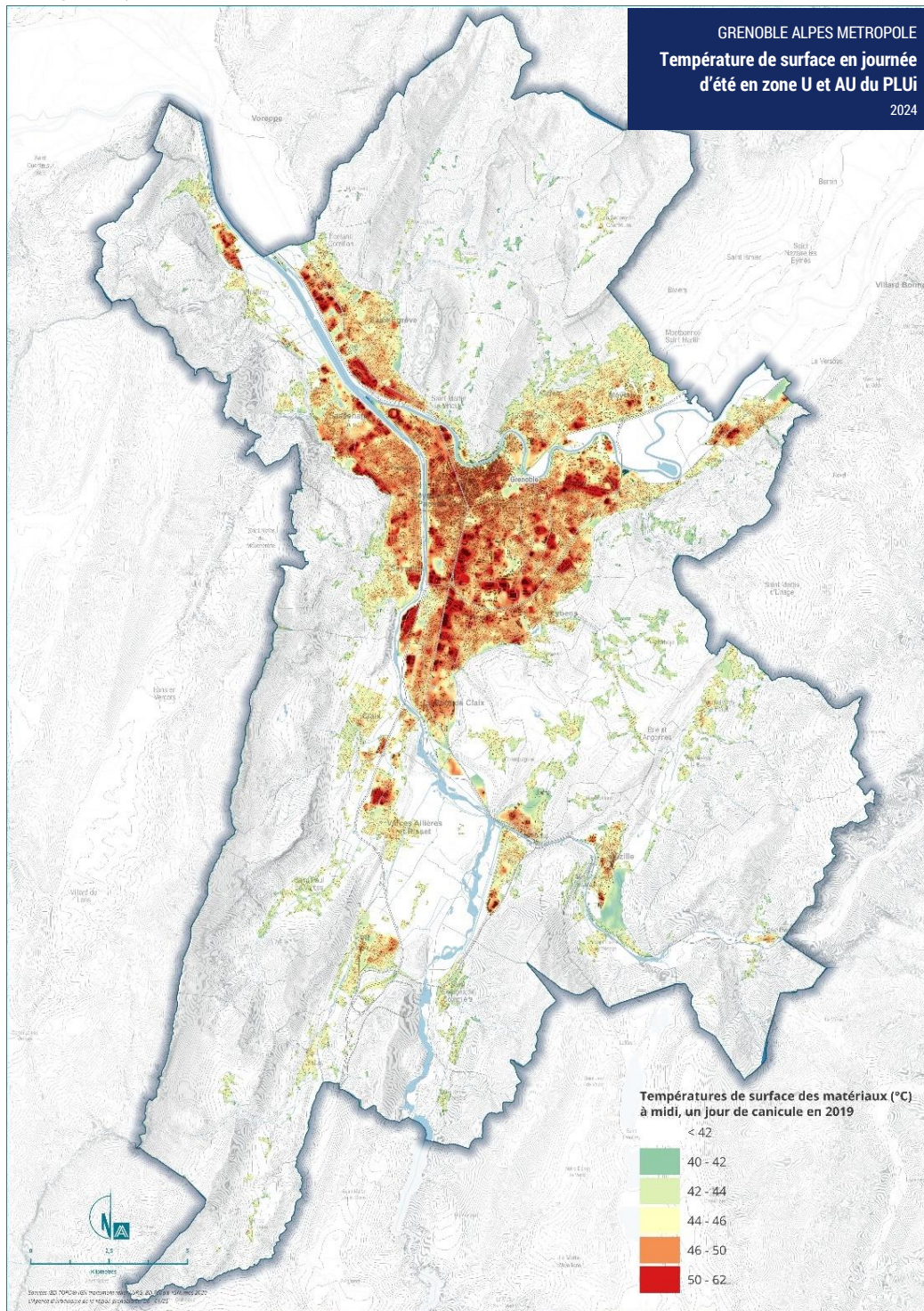


Sources : BD TOPOR IGN (ensoleillement) ; MURS, RP 2019 IGN (plu) ; 2020  
L'Agence d'urbanisme de la région grenobloise - 01 47 33 00 00



## IV / LA TEMPERATURE DE SURFACE EN JOURNEE

La surchauffe urbaine diurne issue de la propriété des matériaux à stocker la chaleur a un effet sur la sensibilité liée au confort d'été dans les zones concernées et influe sur les enjeux de conception bioclimatique dans ces secteurs. Cet indicateur est spatialisé grâce au traitement d'une image satellite (Landsat 8 au 29/06/2019) permettant de mettre en évidence les matériaux qui réfléchissent les rayonnements dans l'infrarouge thermique. Le calcul consiste à convertir les données du capteur TIRS (Thermal Infrared Sensor) en température à 30 m de résolution. **Est représentée la température de surface émise par les différents matériaux (artificiels ou naturels) et non la représentation de la température de l'air. Il s'agit de la chaleur qui est ressentie lorsque l'on approche la main d'une surface exposée au rayonnement du soleil.** Sur la zone d'étude, les zones urbaines ressortent en rouge car les matériaux artificiels sont le plus souvent sombres avec un faible albédo (indice de réfléchissement d'une surface). Ces matériaux emmagasinent de la chaleur et la restituent lentement (selon les propriétés des matériaux). A contrario, les végétaux n'accumulent pas l'énergie solaire reçue au cours de la journée (grâce à l'évapotranspiration).



## V / LES ILOTS DE CHALEUR URBAINS (ICU)

### a\_Définitions

#### 1 L'îlot de chaleur urbain, un phénomène climatique local nocturne

L'îlot de chaleur urbain (ICU) correspond à la différence de température nocturne de l'air entre le centre-ville et sa périphérie. Son intensité varie dans l'espace en fonction de l'occupation du sol (formes des bâtiments, présence de végétation, imperméabilisation des sols et la nature des matériaux). Ce phénomène a un enjeu sanitaire particulièrement élevé lors des épisodes caniculaires.

Cet écart de température entre la ville et la campagne correspondant à l'ICU apparaît en fin d'après-midi lorsque le soleil décline (cf. figure 1). Il correspond à une diminution plus lente de la température en ville par rapport à la campagne. Ainsi il augmente progressivement jusqu'au milieu de la nuit. La figure 1 illustre la variation de cet écart au cours de l'alternance du jour et de la nuit soulignant la présence exclusivement nocturne de l'ICU. Par exemple, la nuit du 21 au 22 août 2023 l'ICU était de +5°C, ce qui correspond à l'écart entre le centre-ville de Grenoble et la station météorologique située au Versoud en dehors de la tache urbaine.

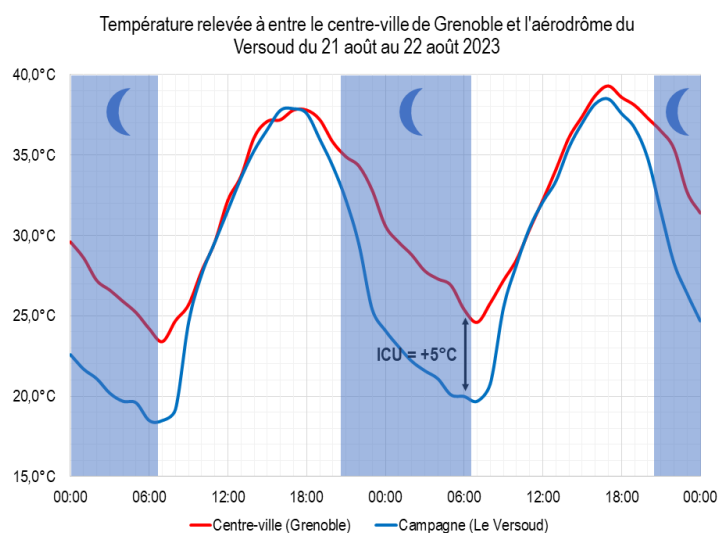


Figure 1 . Variation de l'intensité de l'ICU observée à Grenoble à partir de deux stations météorologiques situées dans le centre-ville et la périphérie. Source : Ville de Grenoble / Foissard X., 2023.

La présence et l'intensité de l'ICU sont conditionnées par les types de temps (principalement par l'état du ciel et la force du vent). Ainsi un ciel clair et dégagé en l'absence de vent sont des conditions favorables à la mise en place de l'ICU. L'intensité de l'ICU dépend directement des conditions météorologiques, ce qui influe sur sa variabilité temporelle.

Les facteurs responsables de l'ICU sont par ordre hiérarchique d'influence (Stewart, 2012) :

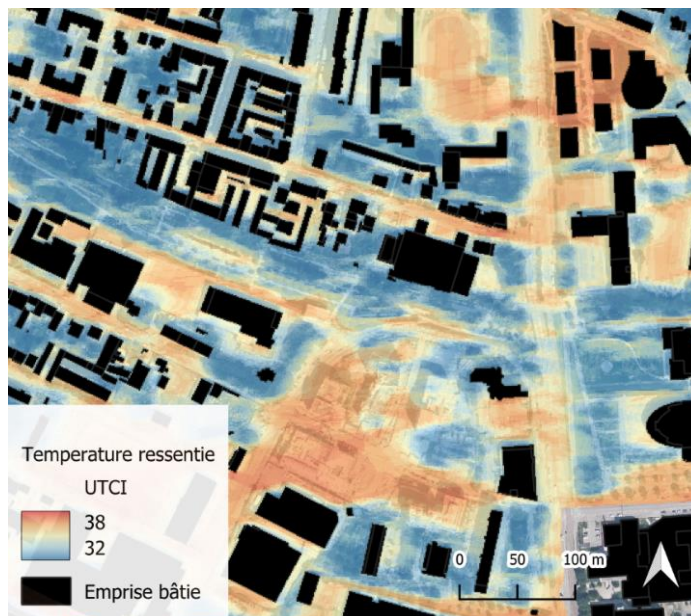
1. Les surfaces verticales (murs exposés au soleil).
2. « L'effet de canyon » des rues piégeant le rayonnement.
3. L'inertie thermique associée à la nature des matériaux (dont l'effet de l'albédo) et la réduction des flux d'air par la rugosité des bâtiments.
4. La diminution de la présence de l'eau (présence ou non de végétation, imperméabilisation des surfaces...).
5. L'activité anthropique (circulation automobile, chauffage, climatisation, etc.).

**Le phénomène d'ICU est à distinguer du confort thermique de journée**, recherché en particulier pour favoriser l'usage de l'espace public par les habitants dans de bonnes conditions, même pendant les fortes chaleurs (voir carte des températures de surface page 16).

## 2 Le confort thermique de journée

Lors des vagues de chaleur, deux effets thermiques peuvent survenir conjointement. **L'ICU correspond à la période nocturne** et il se traduit par le maintien de températures élevées en ville. **La journée, le confort thermique traduit l'exposition des habitants.**

Cette exposition possède une variabilité micro-locale c'est-à-dire que sa variation est inférieure à une centaine de mètres. Le confort thermique est relativement complexe à quantifier car il est multifactoriel et sa perception demeure subjective. En premier lieu, il fluctue selon les individus, leur état (état physique, âge, etc.). Dans un second temps, il dépend de paramètres météorologiques pondérant la température de l'air, tels que l'humidité, le vent et le rayonnement. Enfin, il dépend de l'environnement immédiat, notamment les effets d'ombre, la nature des revêtements, le couvert végétal, etc.



*Figure 2 . Exposition du quartier Flaubert en 2020 au stress thermique la journée lors d'une vague de chaleur. Source : Ville de Grenoble / Foissard X., 2022.*

De nombreux indicateurs thermiques permettent de traduire et de quantifier le confort thermique. Dans le cadre de l'étude climatique de la ZAC Flaubert à Grenoble, une évaluation de l'état initial du quartier avait permis de mettre en évidence l'exposition au stress thermique lors d'une journée de forte chaleur. L'indicateur retenu est l'UTCI (Indice Universel climat thermique) dont l'unité est en degré exprimant l'équivalence ressentie à la température de l'air en degrés dans des conditions standards. La figure 2 présente la variabilité de l'UTCI pour une journée de vague de chaleur dans le quartier Flaubert à Grenoble. **Les effets d'ombre apparaissent et la carte met en évidence les lieux les plus exposés.**

## 3 Les Local Climate Zones ou «Zones Climatiques Locales »

Les « Local Climate Zones » (LCZ) sont des unités climatiques urbaines associant une forme urbaine homogène à un effet sur le climat local. Cette classification de la ville permet de décrire une unité urbaine par sa composition en bâtiments (hauteur, emprise), la part de surfaces perméables / imperméables, la fraction de végétation etc... Les unités urbaines sont ainsi classées selon une nomenclature présentée en figure 4.

Cette méthodologie a été proposée par une équipe de chercheurs Canadiens afin d'identifier ces ensembles urbains par des zones climatiques urbaines appelées : « Local Climate Zones » (LCZ). Cette nomenclature est reconnue et utilisée à l'échelle internationale pour classer les différentes formes urbaines et extra-urbaines. (Voir : Figure 4. Les 10 classes de Local Climate Zone (LCZ) rencontrées au sein de la Métropole de Grenoble. Adapté de Stewart I.D. & Oke T.R., 2012., sous la carte).

Figure 3 . Carte des zones climatiques locales (LCZ) de Grenoble Alpes Métropole, 2023.

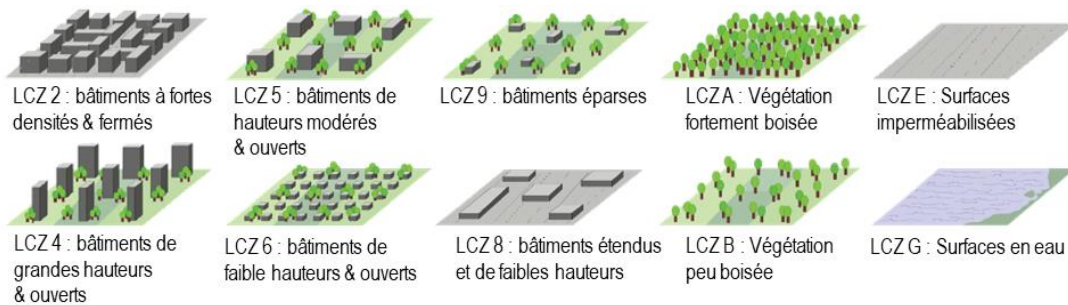
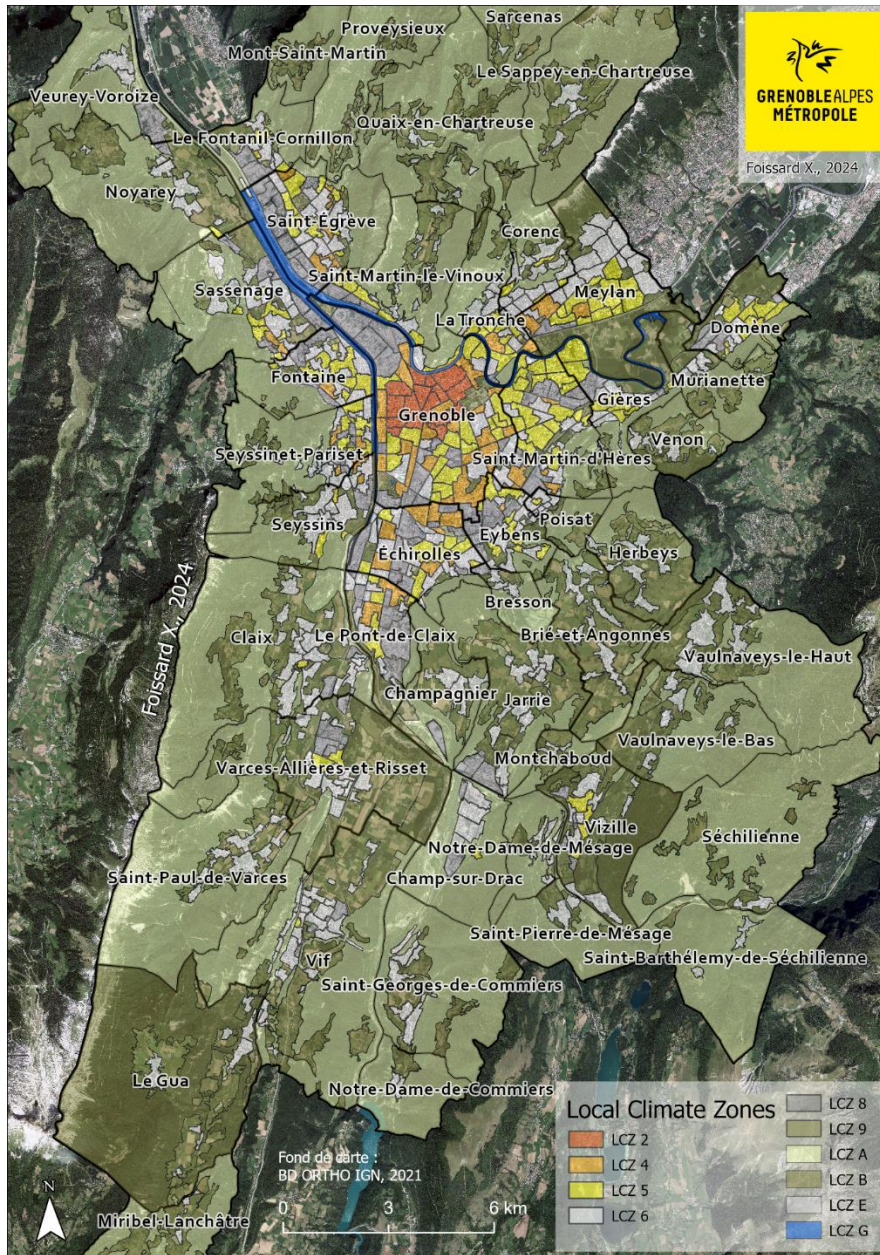


Figure 4. Les 10 classes de Local Climate Zone (LCZ) rencontrées au sein de la Métropole de Grenoble. Adapté de Stewart I.D. & Oke T.R., 2012.

Les LCZ ont pour fonction de décomposer les quartiers de la ville selon des ensembles de formes homogènes afin de rendre comparable les quartiers à l'échelle de la commune mais également à l'échelle nationale ou plus large. Ainsi, ce découpage de la ville s'affranchit des découpages administratifs et s'approche de l'empreinte sur le climat local du quartier. Par exemple, deux LCZ avec un ICU d'intensité différente peuvent être analysées pour comprendre quels sont les facteurs expliquant cette disparité thermique (telles que la part de végétation présente, la densité de bâti etc...).

La cartographie des LCZ permet d'analyser le territoire selon une grille de lecture en relation avec les formes urbaines relatives à l'ICU et dans le même temps de conserver une compatibilité avec le découpage règlementaire du PLUi.

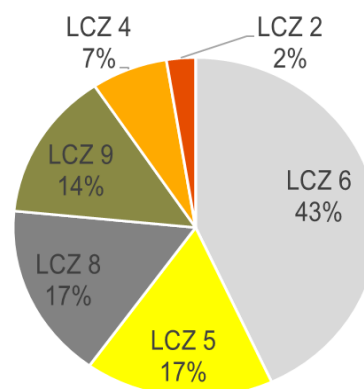


Figure 5. Répartition des classes LCZ bâties par superficie à Grenoble Alpes Métropole. Source : Grenoble Alpes Métropole / Foissard X., 2024.

## b\_L'îlot de chaleur urbain de la Métropole

### 1 Installation d'un réseau de 150 capteurs dans la Métropole

A l'aide de la cartographie des LCZ, un réseau de 150 capteurs de température est déployé dans la Métropole Grenobloise. Les capteurs sont installés à environ 3 m de hauteur pour une autonomie estimée entre 5 et 10 ans. Les données sont télétransmises à l'aide du système LoRa permettant de transmettre les relevés de température avec parcimonie économisant ainsi les batteries des appareils. L'objectif du réseau est de réaliser un suivi de l'ICU et des vagues de chaleur sur le long terme avec des relevés annuels.

La première campagne d'observation a eu lieu du 1<sup>er</sup> juin au 30 septembre 2023 afin d'inclure l'ensemble des vagues de chaleur (précoces et/ou tardives). La référence extra-urbaine retenue est la station météorologique du Versoud, c'est-à-dire qu'elle correspond au « point zéro » de l'écart de température avec l'ensemble des points de mesures.

## 2 Analyse des observations : la cartographie de l'ICU

L'analyse des types de temps met en évidence les situations météorologiques où l'ICU est présent, à savoir un ciel clair avec un vent faible. Sur l'ensemble de la période estivale 2023, 66 nuits en présence de l'ICU ont été identifiées, soit 54% des situations observées. Lors de cette période, l'ICU a atteint l'intensité maximale de +7,3°C.

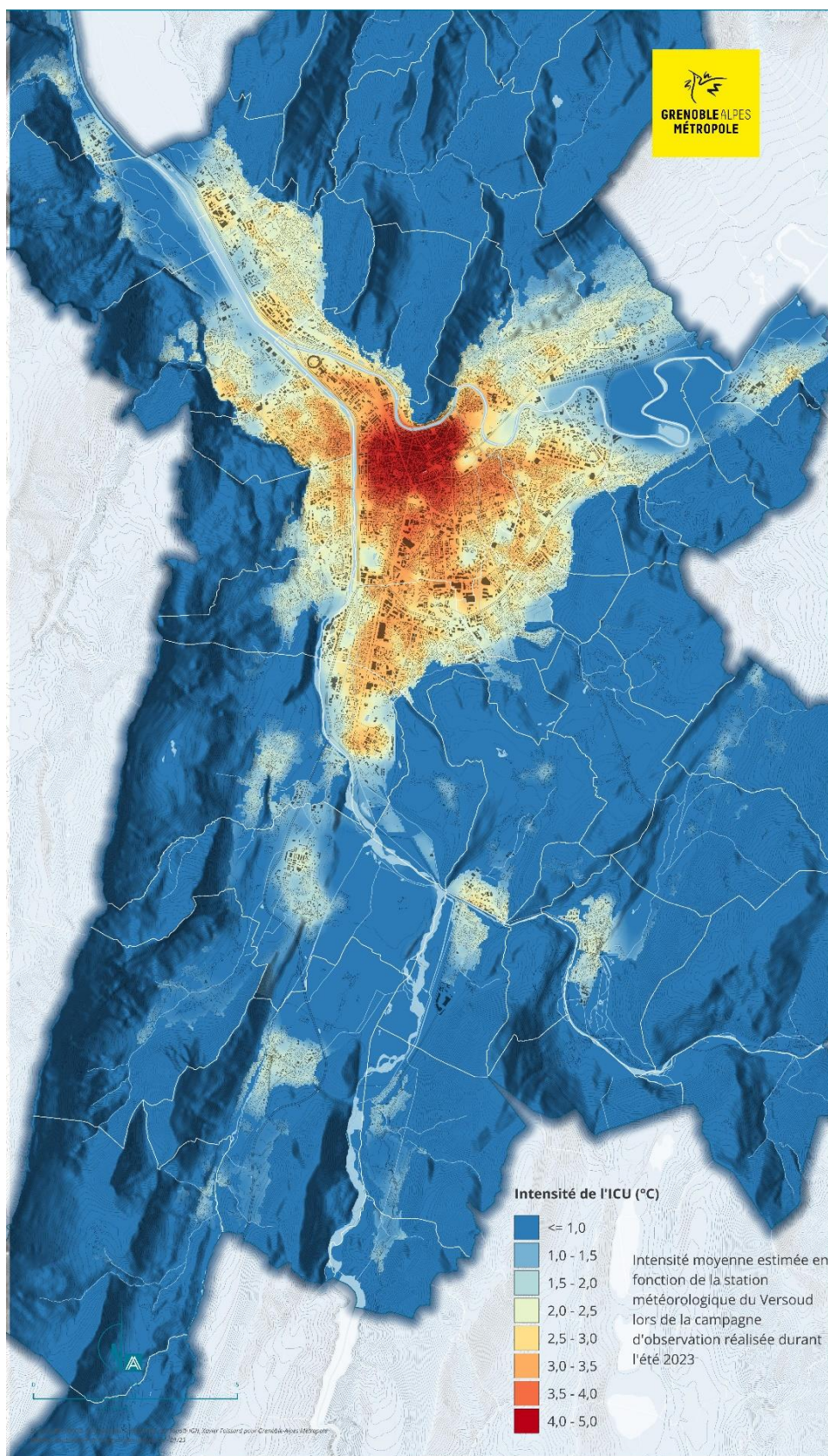
Pour la réalisation de la cartographie de l'ICU, la moyenne des écarts de température relatif à l'ICU a été utilisée afin de cartographier la structure spatiale moyenne de l'ICU. Ainsi, l'ICU moyen maximal est de +4,8°C dans le centre de Grenoble (voir la figure 6). L'analyse spatiale est réalisée à partir de la mise en relation entre les gradients de température observés et l'occupation du sol (bâti, surfaces imperméabilisées, de la strate de végétation haute et basse et des surfaces en eau). D'autres variables morphologiques ont également été mobilisées pour cette analyse, telles que l'effet de canyon urbain ou l'altitude.

La carte de l'ICU de Grenoble Alpes Métropole, présentée en figure 6, identifie l'intensité de l'ICU dans le tissu urbain métropolitain. L'objectif est de pouvoir évaluer pour l'ensemble des quartiers de la tache urbaine l'exposition à l'ICU. Cette carte est une analyse permettant la comparaison à l'échelle des quartiers métropolitains, cependant des nuances à l'échelle des communes sont à prendre considération. D'autres phénomènes climatiques peuvent intervenir la nuit lors des vagues de chaleur pouvant moduler les gradients de température. Ces phénomènes ne relèvent pas de l'ICU.



Représentation des ICU sur un axe allant du Fontanil-Cornillon à Meylan

Figure 6 . Carte des ICU de Grenoble Alpes Métropole – relevés de températures du 1 er juin au 30 septembre 2023



## EFFET DES PARCS ET DE LA VEGETATION

L'îlot de fraîcheur est défini par une anomalie froide au sein de la ville associée le plus fréquemment à un parc. Les résultats montrent **une différence de -1 à -2°C entre les parcs avec les quartiers limitrophes en fonction de la dimension des parcs à Grenoble** (cf. figure 6. Ces situations sont par définition observées où l'ICU est marqué, **ainsi les parcs urbains constituent des îlots de fraîcheurs sous-réserve qu'ils soient de dimensions importantes. Les observations au sein de Grenoble indiquent que les principaux parcs urbains engendrent un îlot de fraîcheur à partir de 5 ha** (cf. figure 7 Parc Georges Pompidou).

Les relevés de température dans les parcs urbains mettent également en évidence l'intensité minimale de l'ICU avec environ +2°C d'écart avec le Versoud (référence extra-urbaine). Cette valeur représente le minimum atteint par les parcs dans le cœur d'agglomération malgré leur superficie importante (supérieure à 20 ha).

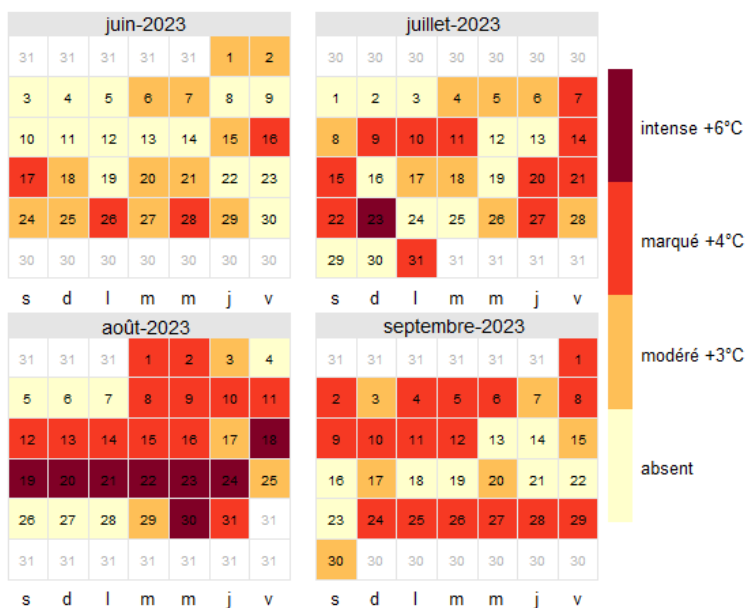


Figure 6, occurrence et intensité de l'ICU observé dans le centre-ville de Grenoble des mois de juin à septembre 2023.

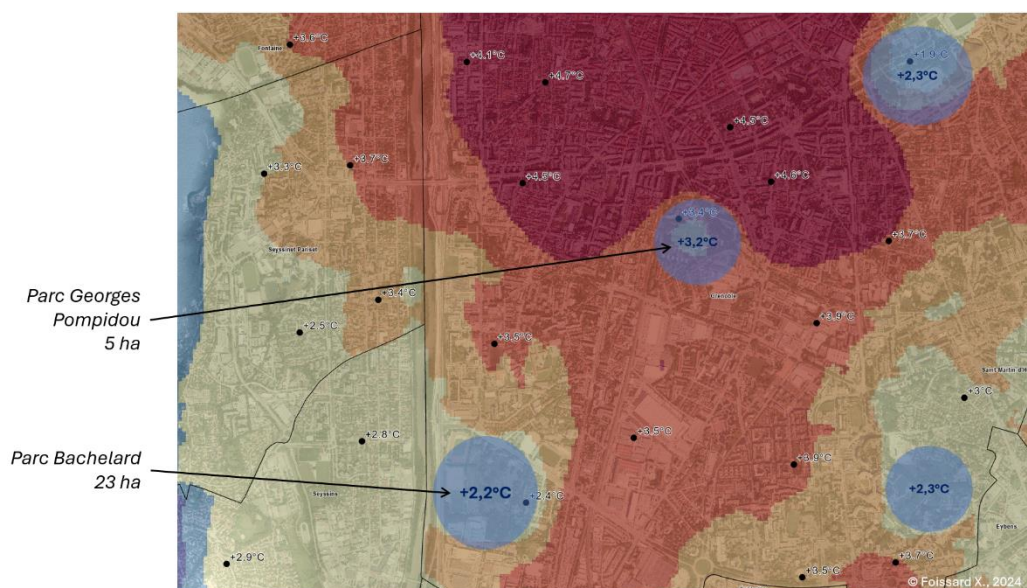


Figure 7, les îlots de fraîcheurs observés au sein des parcs urbains à Grenoble. Les relevés correspondent à l'intensité moyenne de l'ICU.



## ALTITUDE & INVERSION THERMIQUE

Lors des vagues de chaleur en l'absence de vent, un phénomène climatique nocturne peut être observé : l'inversion thermique. Il s'agit de température anormalement élevée par rapport à l'altitude, ainsi la température s'élève avec l'altitude. Dans le contexte des vallées grenobloises, ce phénomène est notamment observé sur les coteaux de Meylan et de Corenc. Le réseau de capteurs a permis de mettre en évidence ce gradient de température. Ce phénomène se combine à l'ICU, cependant les relevés soulignent que le gradient de température relevant de l'inversion thermique est supérieur au phénomène d'ICU localement. Ainsi la température mesurée sur les hauteurs de Meylan et de Corenc est supérieure aux observations à mi-coteau dans le tissu urbain malgré la présence de l'ICU. La conjugaison de ces deux phénomènes topoclimatiques révèlent les températures nocturnes élevées sur ces coteaux dont l'origine ne dépend pas uniquement de l'urbanisation. L'inversion thermique expose les habitants à des températures nocturnes supérieures au fond de vallée pour le même contexte urbain.

L'épisode caniculaire du 18 au 24 août 2023 révèle la mise en place de ce gradient de température et son intensité. La figure 8 présente les écarts de températures minimales (nocturnes) pour cette période avec la station météorologique du Versoud (hors plan). Les gradients de température enregistrés montrent un écart de température croissant avec l'altitude avec un maximum à Corenc avec +4,9°C pour une altitude de 473 m dans le même temps le capteur situé dans la plaine de Meylan indique +0,1°C. Pour chaque relevé, la température est associée à la fraction bâtie autour du capteur dans un rayon de 300 m afin de quantifier le degré d'urbanisation. Il apparaît que malgré une fraction bâtie de 16 à 24%, l'écart de température demeure plus faible que les points de mesures à une altitude supérieure. Par ailleurs, la température relevée dans le bourg du Sappey à l'altitude de 1 005 m est similaire à celle relevée dans la plaine (altitude 215 m) témoignant de l'importance de l'inversion thermique en moyenne montagne. En excluant le phénomène d'ICU, lors des épisodes de chaleur intense les habitants de ces étages alpins sont exposés à des températures nocturnes anormalement élevées par rapport à la plaine.



Figure 8, gradient de température nocturne relevé sur les coteaux de Meylan et de Corenc lors de l'épisode caniculaire du 18 au 24 août 2023. Ce gradient témoigne de l'influence de l'inversion thermique en comparaison de l'ICU sur ce transect.

## VI / LE VENT

*Cet indicateur topoclimatique présente une grande variabilité selon les saisons, les moments de la journée ou encore le contexte météorologique. Il ne sera ainsi pas caractérisé localement mais reste un élément de connaissance capital pour la conception bioclimatique des projets.*

La Métropole grenobloise est structurée par des vallées formant un « Y » dont l'intersection correspond au cœur d'agglomération. L'organisation de ces vallées, associée à des reliefs surplombant la vallée à plus de 1500m d'altitude, engendre une structuration spécifique des vents et des brises dont certains interviennent en présence de l'ICU. Ces brises estivales en présence de l'ICU sont des éléments concourant au rafraîchissement potentiel des logements mais également à la compréhension des mécanismes associés à l'ICU. L'objectif est **d'identifier les brises favorables nocturnes afin qu'elles puissent être prises en compte dans les aménagements**. Les logements traversants orientés selon le sens de la brise nocturne peuvent contribuer à la sensation de rafraîchissement des occupants (sous réserve que la température de l'air extérieur soit inférieure ou égale à la température intérieure). Cependant ces **orientations décrites demeurent générales et à l'échelle micro-locale ; les brises peuvent être modifiées par les obstacles avoisinants**.

### a\_Le réseau d'observation mobilisé et contexte des sites d'observation

Pour l'analyse des brises et des vents dans l'agglomération, les stations météorologiques déployées dans le cadre de l'étude de l'ICU par la Ville d'Echirolles et par la Ville de Grenoble ont été mobilisées : la station de l'Hôtel de Ville pour Echirolles, les stations de l'Office de Tourisme et de l'Esplanade pour Grenoble (cf. figures 6, 7 et 8). Ces trois stations météorologiques sont situées sur des toits à une hauteur similaire (par rapport au sol). Les stations du CEA et du Versoud ont été implantées par Météo-France. Enfin la station Les Busards est localisée sur le site du club d'aéromodélisme de Vif dont la télétransmission et la diffusion des données sont gérées par OpenWindMap. Le choix de ces stations a été motivé par la disponibilité des données pour l'été 2023 et leur positionnement selon les 3 vallées du « Y » grenoblois.

### b\_Généralités sur les brises et les vents à Grenoble

**Les vents à Grenoble sont relativement complexes et ils connaissent une forte variabilité locale en raison de la topographie.** Le fort encaissement des vallées organise les vents principalement le long de trois accès à Grenoble selon les axes : nord-ouest/sud-est pour la cluse de Voreppe, sud-ouest/nord-est pour la vallée du Grésivaudan et nord/sud pour la vallée du Drac. A partir de ce constat, quatre grandes caractéristiques locales se dégagent :

- **Les vents du nord sont relativement rares à Grenoble, ils sont canalisés par l'orientation des vallées préférentiellement au nord-ouest.**
- Lors de journées ensoleillées, le vent de vallée peut se mettre en place à partir de 12h pour atteindre une intensité maximale à 15h. Il est orienté au nord-ouest à Grenoble et il remonte les vallées de l'Isère et du Drac en perdant en intensité.
- **L'effet de foehn est un phénomène météorologique régulièrement observé à Grenoble. Lors d'un flux de sud, il se traduit par un vent de sud accompagné d'une augmentation rapide de la température (jusqu'à +10°C moins d'une heure) et d'une baisse de l'humidité de l'air.**

## c\_L'organisation des vents de juin à septembre 2023

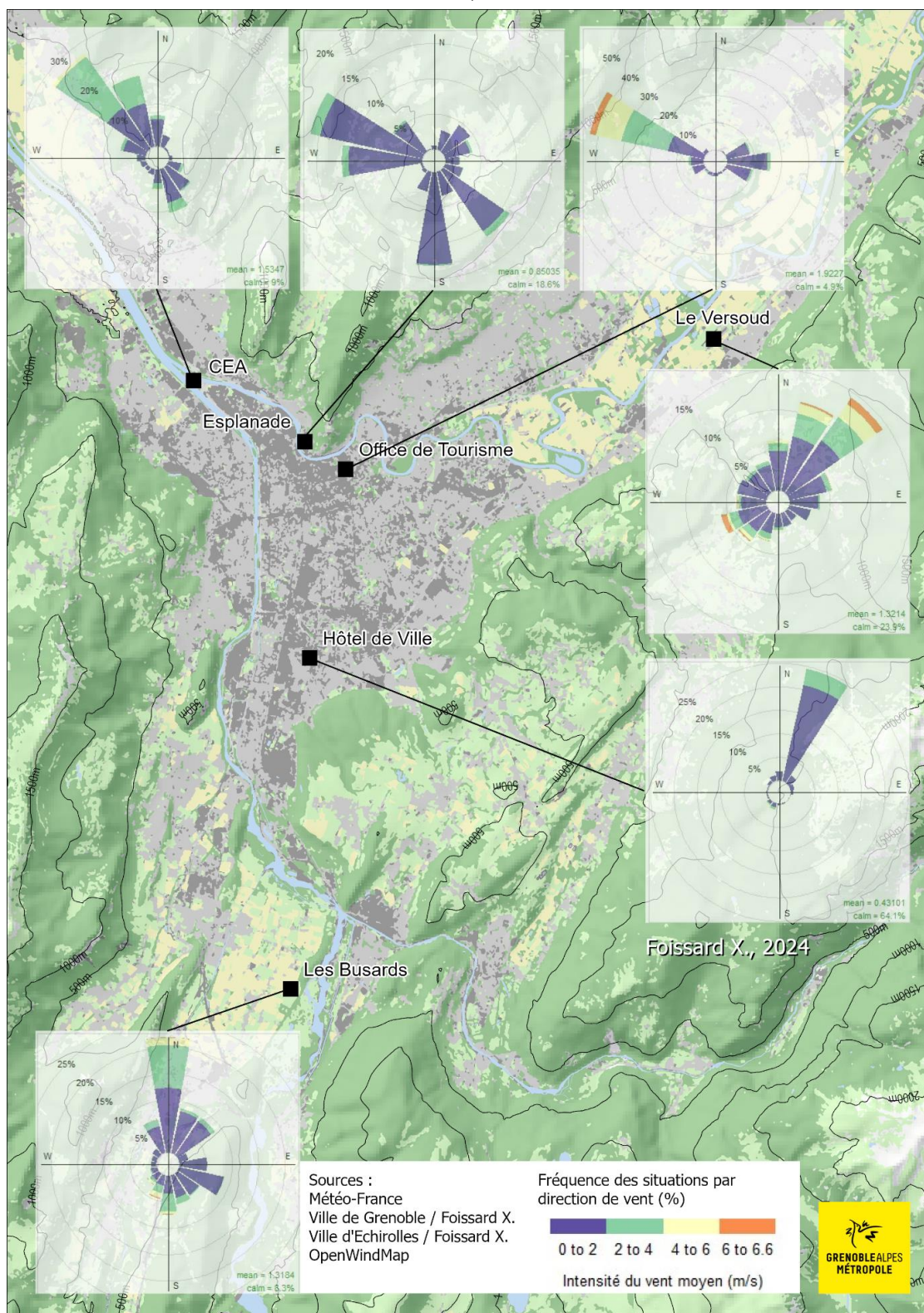
La première carte des roses des vents en figure 6 correspond à la période estivale de juin à septembre 2023 pour l'ensemble des heures observées (jour et nuit).

Les roses des vents pour la période estivale 2023 montrent l'orientation des valléens -ouest de Grenoble). De même, la rose des vents de la station du Versoud suit l'orientation de la vallée du Grésivaudan (à l'Est de Grenoble). Entre ces deux stations, les roses des vents de l'Esplanade et de l'Hôtel de Tourisme à proximité de la Bastille justifient leur position intermédiaire par des vents dans l'ensemble orientés entre ces deux vallées.

**Fréquemment la journée, la mise en place de vents marqués (entre 2 et 3 m/s) provenant du nord-ouest affecte Grenoble,** comme le témoigne les stations du CEA de l'Esplanade et de l'Office de Tourisme.

**En revanche au Versoud, ces vents de même intensité (marqués) sont du nord-est. A Echirolles, la station de l'Hôtel de Ville enregistre essentiellement les vents provenant de est-nord-est** donc potentiellement en provenance de la cluse de Voreppe (via la station du CEA) ou du Grésivaudan (via la station du Versoud). Et enfin, **dans l'alignement du Drac, la station Busard enregistre les vents les plus fréquemment marqués venant du nord.** Pour résumé et par simplification, régulièrement l'été, le vent marqué (compris entre 2 et 4 m/s) chemine la journée de la cluse de Voreppe en direction du sud.

Figure 9. Roses des vents du « Y grenoblois » pour la période estivale de juin à septembre 2023  
 Foissard, X. 2024



**Clés de lecture de la rose des vents :** Chaque branche indique la provenance du vent (orientation) dont la couleur exprime l'intensité du vent moyen observé dans l'heure. La longueur des branches indique la fréquence des heures concernées, c'est-à-dire plus la branche est grande plus la situation est fréquente.

## d\_La circulation des brises nocturnes en situation d'îlot de chaleur urbain

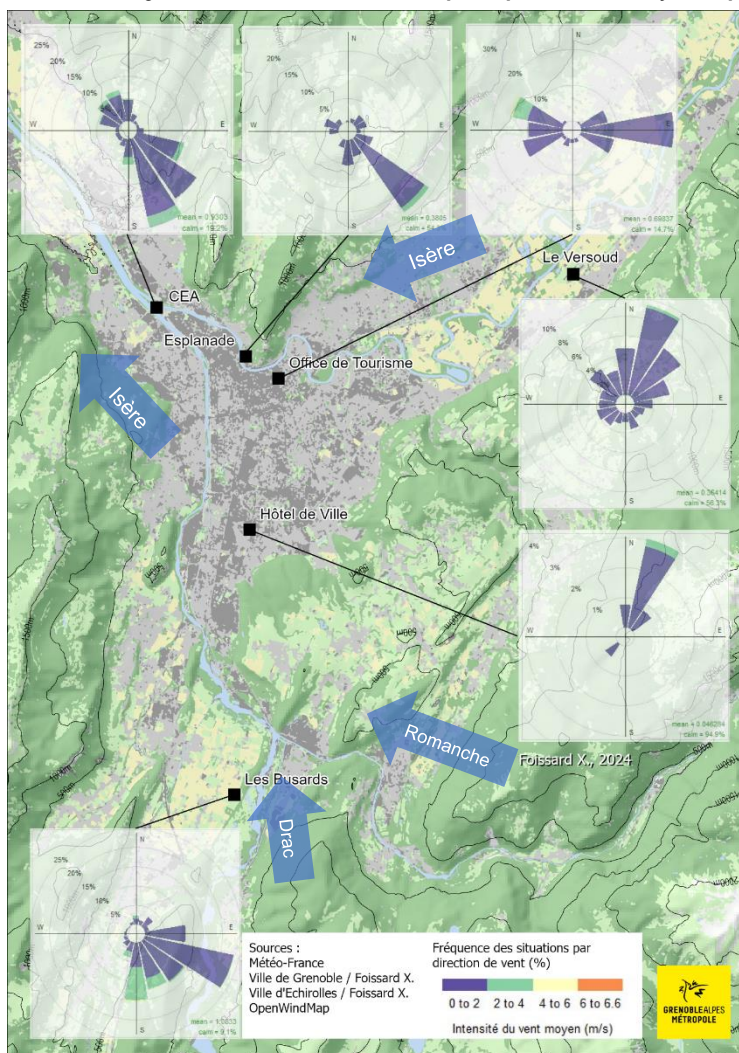
La seconde carte illustrée en figure 10 représente l'enregistrement des brises en présence de l'ICU. Les brises thermiques spécifiques à ces situations apparaissent distinctement. Il est à noter que lors de ces situations le vent est fréquemment absent, ce qui n'apparaît pas sur les roses des vents.

Lorsque ces brises nocturnes sont présentes, il s'agit de brises de montagne qui suivent par écoulement gravitaire les vallées. Ces brises se mettent en place pour environ une nuit sur deux (Foissard X. *et al.*, 2022).

Une brise suivant le cours de l'Isère apparaît et elle est observée par les stations du Versoud, de l'Office de Tourisme, l'Esplanade et le CEA. Elle est observée également à l'Hôtel de Ville d'Echirolles. Cette brise correspondant à des situations où l'ICU est présent peut constituer un élément de rafraîchissement potentiel à mobiliser pour le bioclimatisme. Par exemple des logements traversants selon cette même orientation, peuvent bénéficier de cette circulation d'air. Cependant cette brise peut également renforcer localement l'intensité de l'ICU, telle qu'à la Presqu'île de Grenoble qui peut être exposée à l'ICU issue du centre de Grenoble par advection (transport d'air chaud), le centre-ville de Grenoble étant positionné en amont de cette circulation.

Au sud, la station des Busards semble observer deux brises : une brise provenant de la Romanche à l'est et une brise provenant du sud selon l'itinéraire du Drac. Lorsque le vent est marqué, il provient du sud, mais plus fréquemment les brises proviennent de l'est (Romanche).

Figure 10. Roses des vents du « Y grenoblois » la nuit en situation d'ICU pour la période estivale de juin à septembre 2023. - Foissard, X. 2024



**Clés de lecture de la rose des vents :** Chaque branche indique la provenance du vent (orientation) dont la couleur exprime l'intensité du vent moyen observé dans l'heure. La longueur des branches indique la fréquence des heures concernées, c'est-à-dire plus la branche est grande plus la situation est fréquente.

## 2 LA CHARPENTE BIOCLIMATIQUE

La charpente bioclimatique est une cartographie des différentes ambiances climatiques ressenties sur le territoire métropolitain. 10 ambiances climatiques ont été identifiées et nommées « profils bioclimatiques ».

Les caractéristiques bioclimatiques d'un secteur sont un premier niveau de compréhension des défis auxquels devra répondre le projet pour offrir le meilleur confort d'été et d'hiver passifs à ses usagers.

La présente OAP thématique précise pour chacun de ces profils les orientations opposables que chaque projet sera tenu d'intégrer dans sa conception (cf. partie suite et chapitre 3\_1\_CARTE D'IDENTITE DES PROFILS BIOCLIMATIQUES).

### LES 10 PROFILS BIOCLIMATIQUES DE GRENOBLE ALPES METROPOLE :

#### 1 LE COEUR URBAIN DENSE

Situé dans le cœur urbain de Grenoble, ce secteur plat de basse altitude est caractérisé par une morphologie urbaine dense et ancienne.

#### 2 LE FOND DE VALLEE ENSOLEILLE

Ce profil correspond à la partie centrale de la plaine urbanisée de la Métropole grenobloise des secteurs urbanisés plats et de basse altitude.

#### 3 LES VERSANTS ORIENTES VERS LE SUD

Ce profil comprend le coteau de La Tronche, Corenc et Meylan, de la rupture de pente (environ 300m d'altitude) avec la plaine jusqu'au Col de Vence (environ 500m d'altitude).

#### 4 LE PIEMONT ORIENTE VERS L'OUEST

Ce profil correspond au piémont de Belledonne, orienté vers l'ouest, sur les communes de Domène, Murianette, Venon, Gières, Saint-Martin-d'Hères, Poisat, Eybens et Bresson.

#### 5 LE COTEAU ORIENTE VERS L'EST

Ce profil correspond au piémont du Vercors exposé vers l'est, sur les communes de Seyssinet-Pariset, Seyssins et Claix.

#### 6 LES VERSANTS PEU ENSOLEILLES

Ce profil correspond aux secteurs les plus proches des reliefs du Vercors : de Fontaine à Veurey-Voroize, à Saint-Paul-de-Varces et au vallon de la Romanche allant de Champ-sur-Drac à Séchilienne.

#### 7 LES FONDS DE VALLEE OUVERTS

Ce profil correspond à la basse vallée de la Gresse, de Vif à Varces-Allières-et-Risset, d'altitude faible et au relief accidenté.

#### 8 LE PLATEAU ET LES COLLINES ENSOLEILLES

Ce profil correspond au plateau de Champagnier, à la colline du Mûrier et à la colline de Venon.

#### 9 LES VALLONS D'ALTITUDE

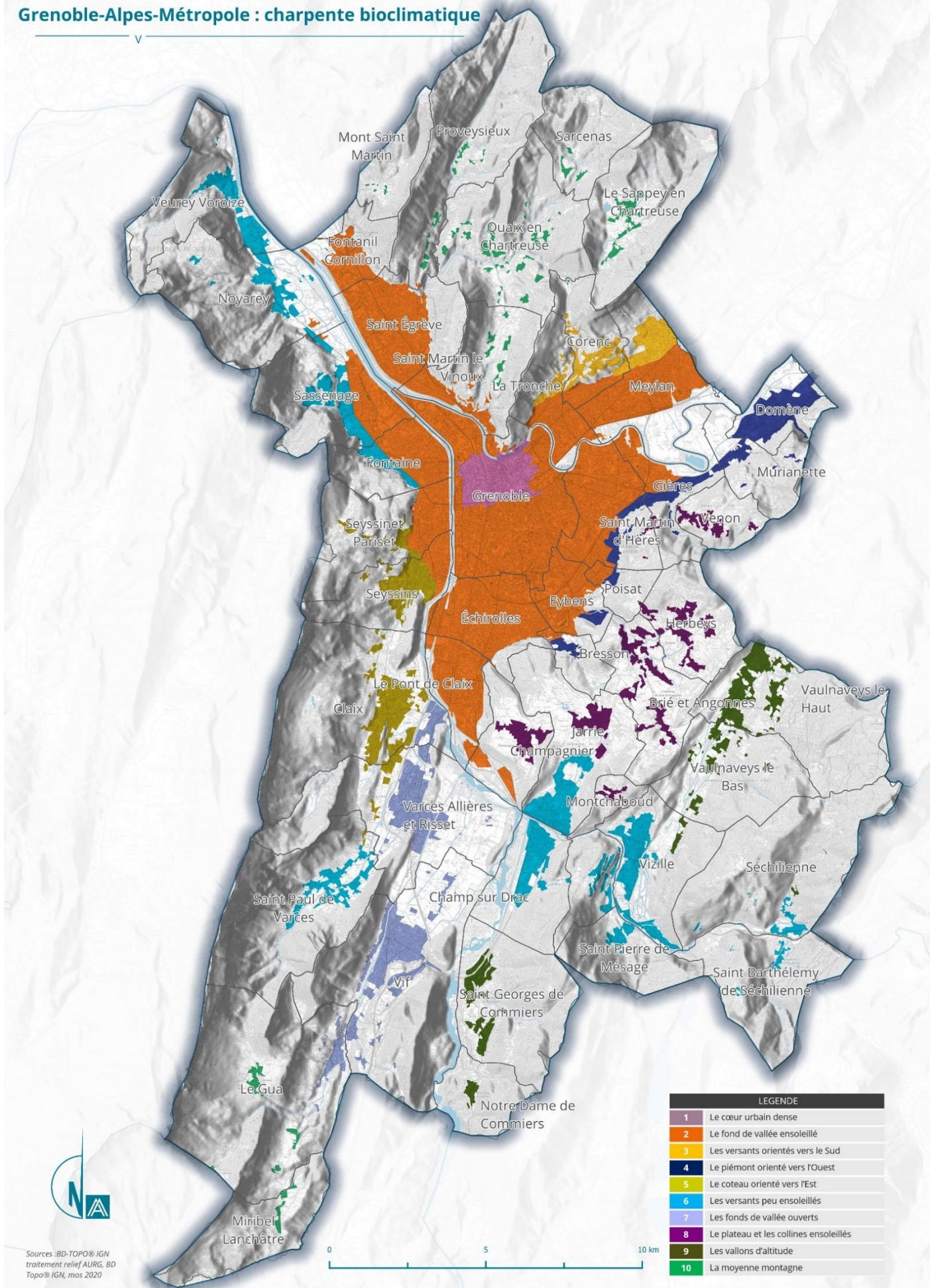
Ce profil englobe le vallon du Drac (Saint-Georges-de-Commiers et Notre-Dame-de-Commiers), le vallon de la Grande Combe (Vaulnaveys-le-Haut et Vaulnaveys-le-Bas) et les hameaux hauts de l'adret de Séchilienne.

#### 10 LA MOYENNE MONTAGNE

Ce profil rassemble les communes situées en Chartreuse et sur les plateaux du Gua à plus de 500m d'altitude.

# Grenoble-Alpes-Métropole : charpente bioclimatique

v



LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillées
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne

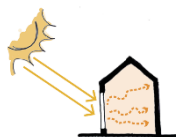
Sources :BD-TOPQ® IGN  
traitement relief AURG, BD  
Topo® IGN, mos 2020

# 3\_ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES POUR LESQUELLES LE PROJET DOIT ETRE OPPOSABLE

L'approche bioclimatique en urbanisme et en architecture peut être découpée en 14 principes de bonne conception :

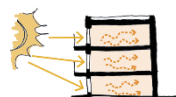
## SOLEIL

Pour le confort d'été



### 1. Se protéger du soleil du sud

Les rayons solaires directs du sud peuvent entraîner une surchauffe des espaces intérieurs du fait de leur intensité et de la durée d'exposition.



### 2. Occulter les rayons solaires d'ouest

Les rayons du soleil de l'ouest sont généralement intenses car la chaleur est déjà à son maximum, ils peuvent rapidement créer une surchauffe de l'intérieur du bâtiment.

Pour le confort d'hiver



### 3. Capter le soleil pour réchauffer naturellement les constructions

La captation de chaleur solaire en hiver permet de réchauffer de manière passive l'intérieur des bâtiments.



### 4. Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles

L'implantation des constructions nouvelles doit veiller à limiter les ombres portées entre elles et avec les constructions existantes



### 5. Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes

L'implantation des constructions doit tenir compte de l'ombre portée des constructions et de la végétation préexistantes pour éviter les ombrages excessifs

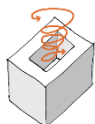
## VENTILATION

Pour le confort d'été



### 6. Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès

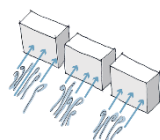
La ventilation naturelle des pièces du bâti permet de rafraichir efficacement le bâti.



### 7. Garantir une ventilation naturelle entre les constructions

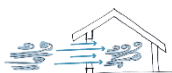
Favoriser la circulation de l'air extérieur à travers l'espace entre les bâtiments afin de dissiper l'air chaud et apporter de l'air frais.

Pour le confort d'hiver



### 8. Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions

Concevoir l'espace entre les constructions de manière à créer des zones de courant d'air maîtrisés entre les bâtiments.

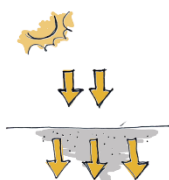


### 9. Protéger le bâti des vents dominants

Favoriser une orientation du bâti ou l'implantation d'une barrière végétale pour se protéger des vents forts provoquant des courants d'air indésirables à l'intérieur des bâtiments.



Pour le confort d'été



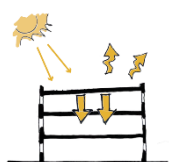
## 10. Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées

*Les surfaces bâties et imperméabilisées ont souvent des surfaces qui absorbent la chaleur et la retiennent et favorisent la surchauffe.*



## 11. Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température

*Les végétaux et l'eau libèrent de l'humidité dans l'air, ce qui est un processus de refroidissement naturel qui contribue à abaisser la température ambiante.*



## 12. Prévoir une végétation intensive sur les toitures terrasses

*Les couches de substrat et de végétation sur les toits verts offrent une isolation thermique supplémentaire, absorbent une partie de l'énergie solaire et rafraîchissent l'air par évapotranspiration.*



## 13. Décliner des teintes et matériaux limitant l'accumulation de chaleur

*Les surfaces avec un albédo élevé restent plus fraîches car elles réfléchissent une grande partie du rayonnement solaire.*

Pour le confort d'hiver



## 14. Limiter les déperditions thermiques du bâti

*La forme du bâti et son gabarit ont une influence sur son inertie : compacité, rapport surface/volume, type de toiture, etc.*



La conception bioclimatique cherche à trouver un équilibre entre ces différentes exigences qui peuvent parfois entrer en contradiction, par exemple :

- Des contraintes climatiques contradictoires : dans les secteurs de la Métropole présentant le plus d'écart thermique entre l'été et l'hiver, les exigences de conception pour le chauffage en hiver peuvent être opposées à celles pour le refroidissement en été ;
- Dilemme entre lumière naturelle et inertie thermique : l'optimisation de l'éclairage naturel peut parfois compromettre les solutions favorisant l'inertie thermique (grandes ouvertures, éclairage des pièces, complexité des formes urbaines) ;

Ainsi, pour chaque profil bioclimatique, la présente OAP thématique va préciser quelles sont les orientations prioritaires (opposables) à atteindre et les orientations secondaires donc conseillées (pour aller plus loin). Cet ordre de priorité est fixé au regard des sensibilités bioclimatiques de chaque profil. Elles ne remplacent pas l'intelligence du projet qui peut mettre en évidence des particularités locales qui pourront être argumentées.

**Orientations opposables et conseillées pour chaque profil de la charpente bioclimatique :**

ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		PROFILS BIOCLIMATIQUES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Se protéger du soleil du sud										
2	Occulter les rayons solaires d'ouest										
3	Capter les apports solaires l'hiver										
4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles										
5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes										
6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès										
7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions										
8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions										
9	Protéger le bâti des vents dominants										
10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées										
11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température										
12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses										
13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur										
14	Limiter les déperditions thermiques du bâti										

Orientation opposable   
 Orientation conseillée 

# 3\_CARTE D'IDENTITE DES PROFILS BIOCLIMATIQUES







## ELEMENTS DE COMPREHENSION DES CARTES D'IDENTITE DES PROFILS :

N° du profil    NOM DU PROFIL

### PRESENTATION

Localisation et explication de la délimitation

#### Indicateurs topoclimatiques dominants

-  Durée d'ensoleillement estivale
-  Durée d'ensoleillement hivernale
-  Exposition
-  Altitude
-  Température de surface en journée
-  Ilot de chaleur urbain

### LES ENJEUX

#### SOLEIL




Enjeux liés au soleil



#### VENTILATION

Enjeux liés à la ventilation

#### INERTIE

Enjeux liés à l'inertie

SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
	Confort d'hiver	7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
		8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
	Confort d'été	9	Protéger le bâti des vents dominants		e
		10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
	Confort d'hiver	13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
		14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable   
Orientation conseillée 







# 1 LE COEUR URBAIN DENSE

## PRESENTATION

Situé dans le cœur urbain dense et ancien de Grenoble, ce secteur plat de basse altitude présente un très bon ensoleillement autant en hiver qu'en été mais est soumis à d'importants phénomènes de surchauffe urbaine.

Il se distingue du profil 2 « Fond de vallée ensoleillé » en raison du cumul généralisé sur une très grande superficie d'une forte température de surface en journée, d'un effet d'îlot de chaleur urbain (ICU) important (supérieur à 4°C). La morphologie urbaine dense et resserrée et la faible végétalisation de ce secteur d'urbanisation ancienne expliquent ces particularités et limitent les leviers d'atténuation à l'échelle d'un projet.

### Indicateurs topoclimatiques dominants

	Très bon, > 14h par jour
	Très bon, > 7h par jour
	Secteur plat
	Moins de 250 m
	Très élevée
	ICU très élevé > + 4°C

## LES ENJEUX

### SOLEIL




Il s'agira en priorité, dans un contexte de surchauffe urbaine et d'îlot de chaleur important, de se protéger des rayons chauds du soleil. Le tissu urbain ancien et resserré étant largement constitué, les leviers de gestion de l'ensoleillement par la morphologie urbaine sont à relativiser.

### VENTILATION

La gestion de l'effet canyon et la circulation des brises nocturnes sont essentielles dans ce profil pour faire face à la surchauffe urbaine. Le tissu urbain étant constitué et contraint, les leviers porteront essentiellement sur la conception du bâti en lui-même.

### INERTIE

Au regard des sensibilités de ce secteur, le bâti et de ses abords doivent disposer de systèmes permettant de limiter au maximum l'accumulation de chaleur à l'intérieur des constructions, tout en prenant en compte l'importante densité de ce tissu urbain.

SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
	Confort d'hiver	7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
		8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
		9	Protéger le bâti des vents dominants		e
	Confort d'été	10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
		13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
	Confort d'hiver	14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable

Orientation conseillée



Extrait de la charpente bioclimatique  
 Profil n°1 : LE CŒUR URBAIN DENSE



LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillés
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne


## 2 LE FOND DE VALLEE ENSOLEILLE


### PRESENTATION


Ce profil correspond à la partie centrale de la plaine urbanisée de la Métropole Grenobloise. Il comprend les communes de Champagnier, Corenc, Échirolles, Eybens, Fontaine, Fontanil-Cornillon, Gières, Grenoble, La Tronche, Le Pont-de-Claix, Meylan, Poisat, Saint-Égrève, Saint-Martin-d'Hères, Saint-Martin-le-Vinoux, Sassenage, Seyssinet-Pariset et Seyssins.

Il regroupe les parties urbanisées plates et de basse altitude présentant un très bon ensoleillement autant en hiver qu'en été. La baisse de l'ensoleillement en raison de l'ombre portée des massifs et/ou le relèvement de la topographie en marquent les limites.


### Indicateurs topoclimatiques dominants


 Bon, > 13h par jour

 Bon, > 6h par jour

 Secteur plat

 Moins de 250 m

 Elevée

 ICU élevé

### LES ENJEUX

#### SOLEIL


















Les enjeux de maîtrise des rayons solaires de l'après-midi et du soir, auxquels ce profil est fortement exposé, sont très forts. Secteur sensible à une surchauffe urbaine, les enjeux de confort d'été seront prioritaires.


#### VENTILATION


Au regard des sensibilités du secteur, la priorité portera sur la capacité des constructions à dissiper l'excès de chaleur. Le tissu urbain étant largement constitué et parfois dense, les leviers liés à la morphologie urbaine seront secondaires.

#### INERTIE

Profil sensible à la surchauffe urbaine et disposant d'un large ensoleillement, les enjeux majeurs portent sur le rafraîchissement passif de l'intérieur des constructions.

SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
	Confort d'hiver	7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
		8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
	Confort d'été	9	Protéger le bâti des vents dominants		e
		10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
	Confort d'hiver	13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
		14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable 

Orientation conseillée 






### 3 LES VERSANTS ORIENTES VERS LE SUD

#### PRESENTATION

Ce profil comprend le coteau de La Tronche, Corenc et Meylan, de la rupture de pente (environ 300m d'altitude) avec la plaine jusqu'au Col de Vence (environ 500m d'altitude).

Il dispose d'une orientation sud / sud-est très ensoleillée. La surchauffe urbaine y est faible voire très modérée en raison d'une altitude montante et d'une trame végétale dense.

#### Indicateurs topoclimatiques dominants

	Bon, > 13h par jour
	Très bon, >7par jour
	Sud / sud-est
	Entre 300 et 500m
	Faible
	ICU moyen à faible

#### LES ENJEUX

##### SOLEIL


















Ce profil dispose d'un bon ensoleillement autant l'été que l'hiver. Pour autant l'altitude et la forte végétalisation n'en font pas un secteur soumis à la surchauffe urbaine. L'enjeu sera avant tout de maîtriser les rayons de l'après-midi (le profil est protégé par le massif de Chartreuse des rayons du soir).



##### VENTILATION

L'enjeu prioritaire sera de concevoir des bâtis aptes à dissiper une chaleur qui pourrait être excessive l'été du fait d'une très bonne exposition aux rayons de l'après-midi. Avec un tissu urbain aéré et une topographie qui protège le site des vents froids, les enjeux de ventilation sont secondaires.

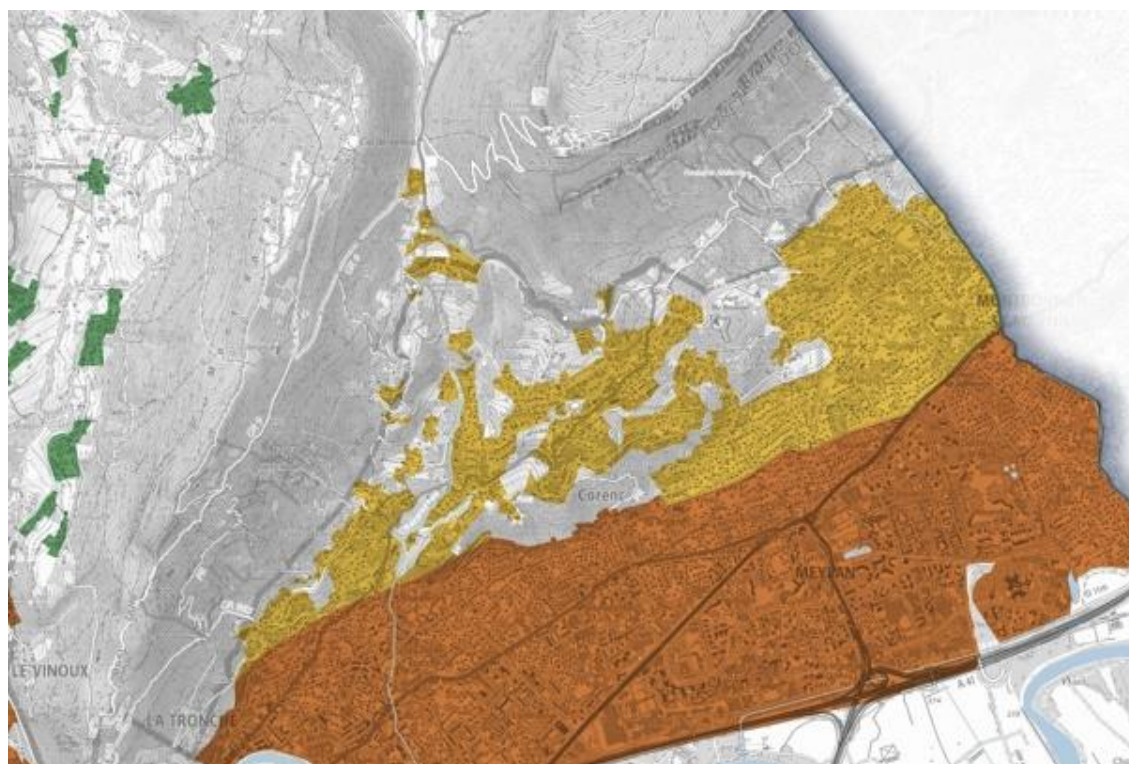
##### INERTIE

Malgré un profil peu soumis aux problématiques de surchauffe urbaine, la très bonne exposition de ce secteur aux rayons du soleil impose de porter une attention forte aux enjeux liés au confort d'été.

SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
		7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
	Confort d'hiver	8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
		9	Protéger le bâti des vents dominants		e
	Confort d'été	10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
		13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
	Confort d'hiver	14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable   
Orientation conseillée 

Extrait de la charpente bioclimatique  
Profil n°3 : LES VERSANTS ORIENTES VERS LE SUD









LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillés
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne

## 4 LE PIEMONT ORIENTE VERS L'OUEST

### PRESENTATION

Ce profil correspond au piémont de Belledonne, orienté vers l'ouest, sur les communes de Domène, Murianette, Venon, Gières, Saint-Martin-d'Hères, Poisat, Eybens et Bresson. Dans ce secteur de basse altitude, voire en plaine, l'ensoleillement y est bon l'été mais limité en hiver. La surchauffe urbaine y est modérée.

#### Indicateurs topoclimatiques dominants

	Très bon, > 14h par jour
	Faible, < 5h par jour
	Ouest
	Moins de 400 m
	Modérée
	ICU moyen à faible

### LES ENJEUX

#### SOLEIL


















Ce secteur de plaine et de piémont a la particularité d'être fortement exposé aux rayons chauds du soir. Si son ensoleillement est important l'été, notamment en fin de journée, il est faible l'hiver. Ce profil est soumis à des problématiques de surchauffe urbaine du fait de sa faible altitude et d'une densité bâtie parfois élevée.



#### VENTILATION

En raison de la sensibilité de ce profil à la surchauffe urbaine, l'enjeu prioritaire sera la capacité du bâti à dissiper la chaleur.

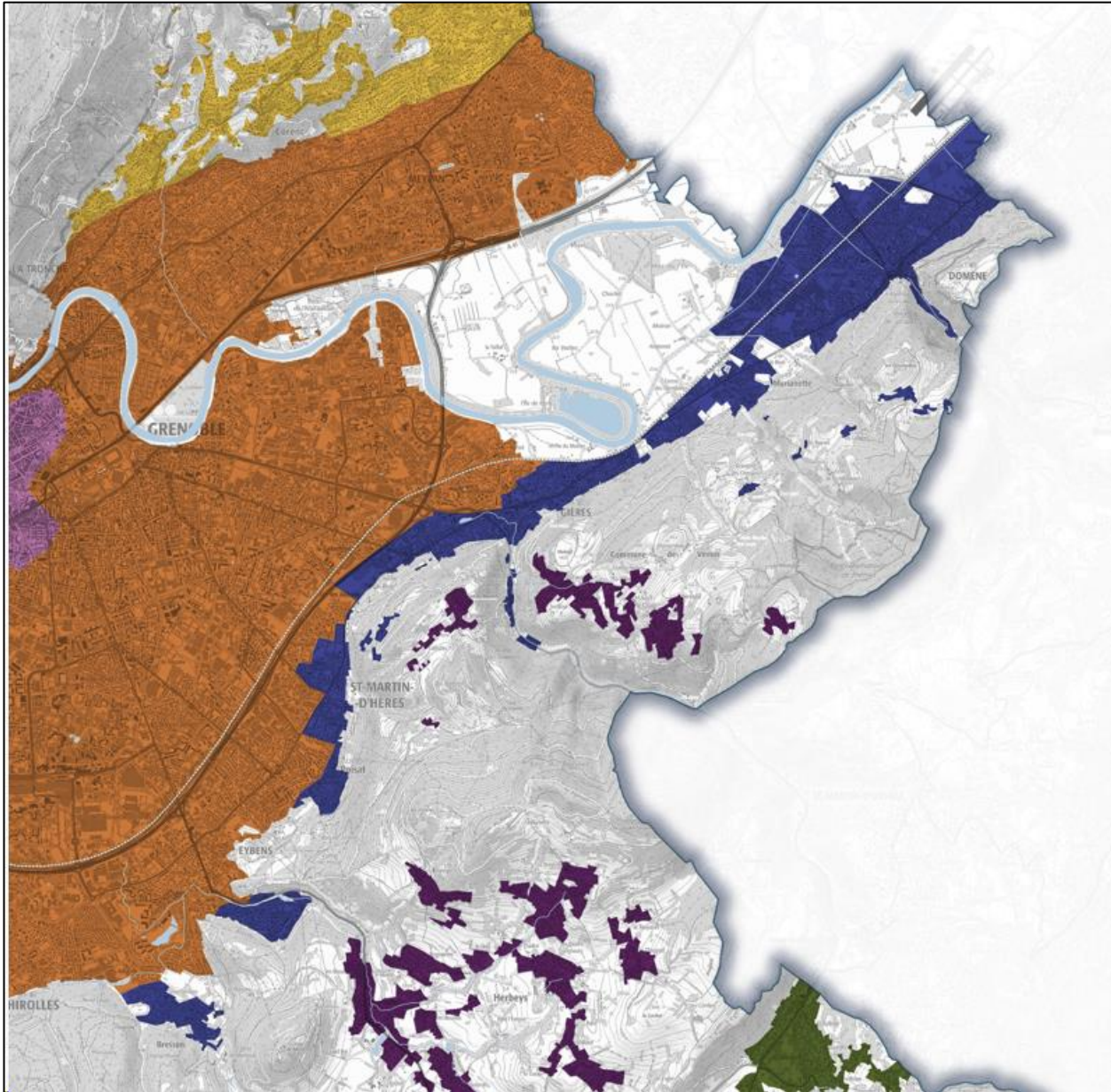
#### INERTIE

Dans ce profil, les enjeux liés au confort d'été seront prioritaires. Caractérisé par un tissu urbain de transition, l'équilibre plein/vide et bâti/végétal doit être maintenu.

SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
	Confort d'hiver	7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
		8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
	Confort d'été	9	Protéger le bâti des vents dominants		e
		10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
	Confort d'hiver	13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
		14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable   
Orientation conseillée 

Extrait de la charpente bioclimatique  
 Profil n°4 : LE PIEMONT ORIENTE VERS L'OUEST



LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillés
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne

## 5 LE COTEAU ORIENTE VERS L'EST







### PRESENTATION

Ce profil correspond au piémont du Vercors exposé vers l'est, sur les communes de Seyssinet-Pariset, Seyssins et Claix.

Il débute de la rupture de pente avec la plaine jusqu'à l'altitude de 500m.

L'ensoleillement y est globalement bon, l'urbanisation est particulièrement exposée au rayon du matin mais peu à ceux du soir.

#### Indicateurs topoclimatiques dominants

	Très bon, > 14h par jour
	Bon, > 6h par jour
	Est
	Entre 300 et 500 m
	Modérée
	ICU moyen à faible

### LES ENJEUX

#### SOLEIL














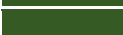



Ce secteur de plaine et de piémont a la particularité d'être fortement exposé aux rayons d'est, du matin, et peu aux rayons d'ouest, du soir. Si son ensoleillement est important l'été, notamment le matin, il est moyen l'hiver. Pour autant, ce profil est sensible aux problématiques de surchauffe urbaine du fait de sa faible altitude et d'une densité bâtie qui peut parfois être élevée.



#### VENTILATION

En raison de la sensibilité de ce profil à la surchauffe urbaine, l'enjeu prioritaire sera la capacité du bâti à dissiper la chaleur.

#### INERTIE

Dans ce profil, les enjeux liés au confort d'été seront prioritaires. Caractérisé par un tissu urbain de transition, l'équilibre plein/vide et bâti/végétal doit être maintenu.

SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
		7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
	Confort d'hiver	8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
		9	Protéger le bâti des vents dominants		e
	Confort d'été	10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
		13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
	Confort d'hiver	14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable   
Orientation conseillée 

Extrait de la charpente bioclimatique  
Profil n° 5 : LE COTEAU ORIENTE VERS L'EST



LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillés
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne


## 6 LES VERSANTS PEU ENSOLEILLES


### PRESENTATION


Ce profil correspond aux secteurs les plus proches des reliefs du Vercors au nord-ouest : Veurey-Voroize, Noyarey, Sassenage et Fontaine ; et au sud à Saint-Paul-de-Varces et au vallon de la Romanche comprenant Champ-sur-Drac, Saint-Pierre-de-Mésage, Saint-Barthélemy-de-Séchilienne, Séchilienne, Vizille, Jarrie et Notre-Dame-de-Mésage.


Par leur situation encaissée, leur proximité d'un relief accentué ou leur exposition peu favorable, ces secteurs présentent un ensoleillement peu important, en particulier en hiver. L'altitude y reste modérée (- 500m) et la surchauffe urbaine y est limitée sauf dans des secteurs très ponctuels de bourgs anciens denses.


#### Indicateurs topoclimatiques dominants


 Faible, < 11h par jour

 Faible, < 5h par jour

 Est, sud-est, nord-est

 Basse (<500m)

 Modérée

 ICU faible ou absent

### LES ENJEUX

#### SOLEIL


















Ce profil dispose d'un ensoleillement moyen l'été mais faible l'hiver. Peu exposé aux rayons d'ouest, les enjeux porteront avant tout sur la captation des rayons du soleil pour le confort d'hiver.


#### VENTILATION

Bien que disposant d'un ensoleillement faible même en été, il s'agit de secteurs situés en fond de vallée où la chaleur peut s'accumuler et où le tissu urbain peut l'empêcher de se dissiper la nuit, créant des îlots de chaleurs.

#### INERTIE

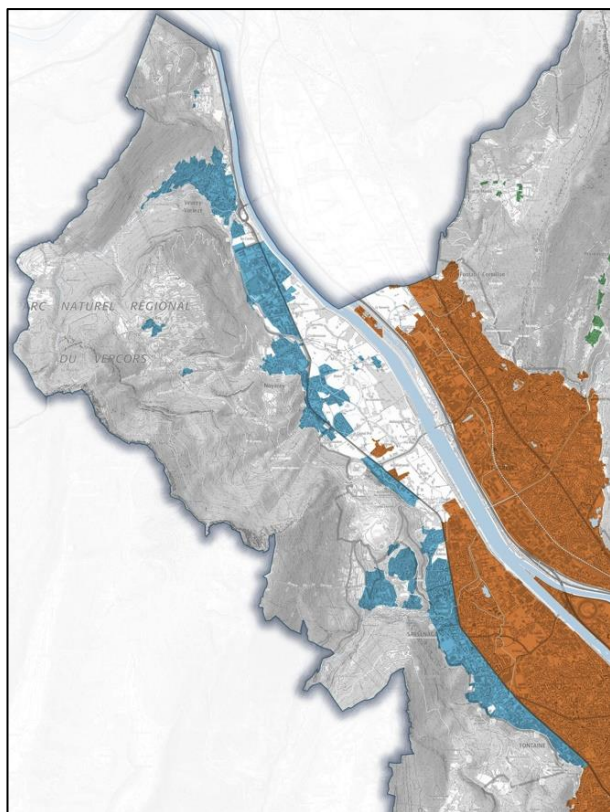
Ce profil dispose de peu d'ensoleillement en saison hivernale. Les enjeux prioritaires porteront sur la limitation des déperditions thermiques pour le confort d'hiver.

SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
	Confort d'hiver	7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
		8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
	Confort d'été	9	Protéger le bâti des vents dominants		e
		10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
	Confort d'hiver	13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
		14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

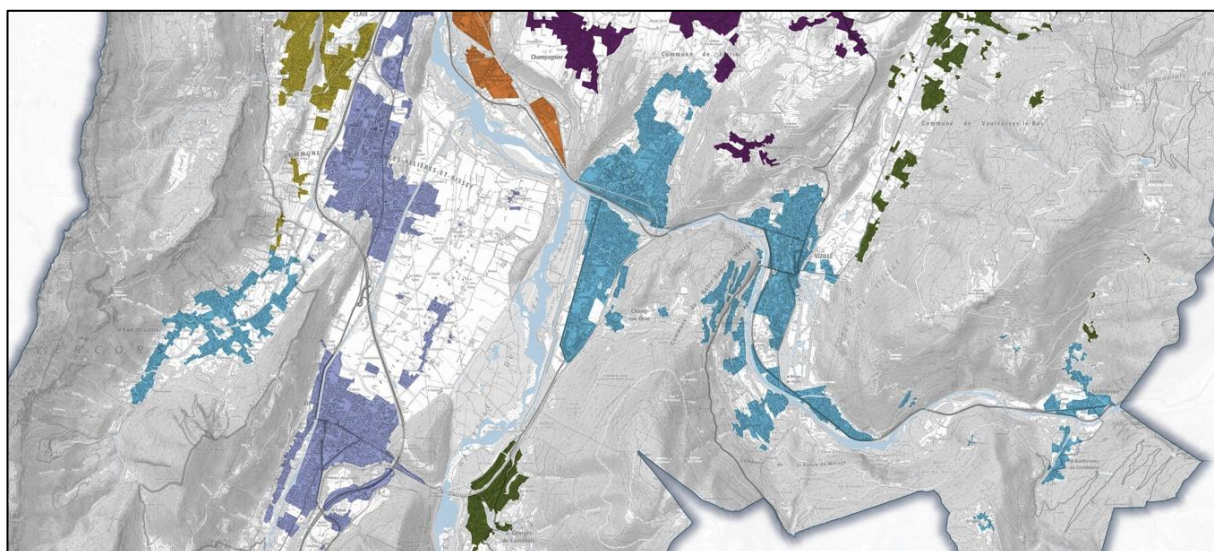
Orientation opposable 

Orientation conseillée 

Extrait de la charpente bioclimatique  
 Profil n°6 : LES VERSANTS PEU ENSOLEILLÉS



LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillés
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne





## 7 LES FONDS DE VALLEE OUVERTS


### PRESENTATION


Ce profil correspond à la basse vallée de la Gresse, et comprend les communes de Vif, Varcès-Allières-et-Risset et Claix.

D'altitude faible, ces secteurs bénéficient cependant d'un ensoleillement variable du fait d'un relief accidenté.

D'altitude faible, ces secteurs bénéficient cependant d'un ensoleillement variable du fait d'un relief accidenté.


#### Indicateurs topoclimatiques dominants


 Moyen, < 13h par jour

 Moyen, < 6h par jour

 Variable

 Moins de 400 m

 Faible

 Pas d'ICU

### LES ENJEUX

#### SOLEIL




Ce profil décline des espaces encadrés par la topographie selon un axe nord-sud. Ainsi, si l'ensoleillement est moyen, ce sont les rayons de l'après-midi qui impactent ces secteurs. La protection vis-à-vis de ces derniers sera donc un enjeu prioritaire. Mais aussi la capacité de les capter l'hiver, lors duquel la plage d'ensoleillement est limitée.

#### VENTILATION

Du fait de sa configuration, ce profil est particulièrement exposé aux vents. La protection face à ces derniers sera un enjeu prioritaire de ce profil.

#### INERTIE

Du fait d'une altitude moyenne, de l'absence de problématique de surchauffe urbaine et d'une bonne ventilation, les enjeux prioritaires en termes d'inertie porteront sur le confort d'été.

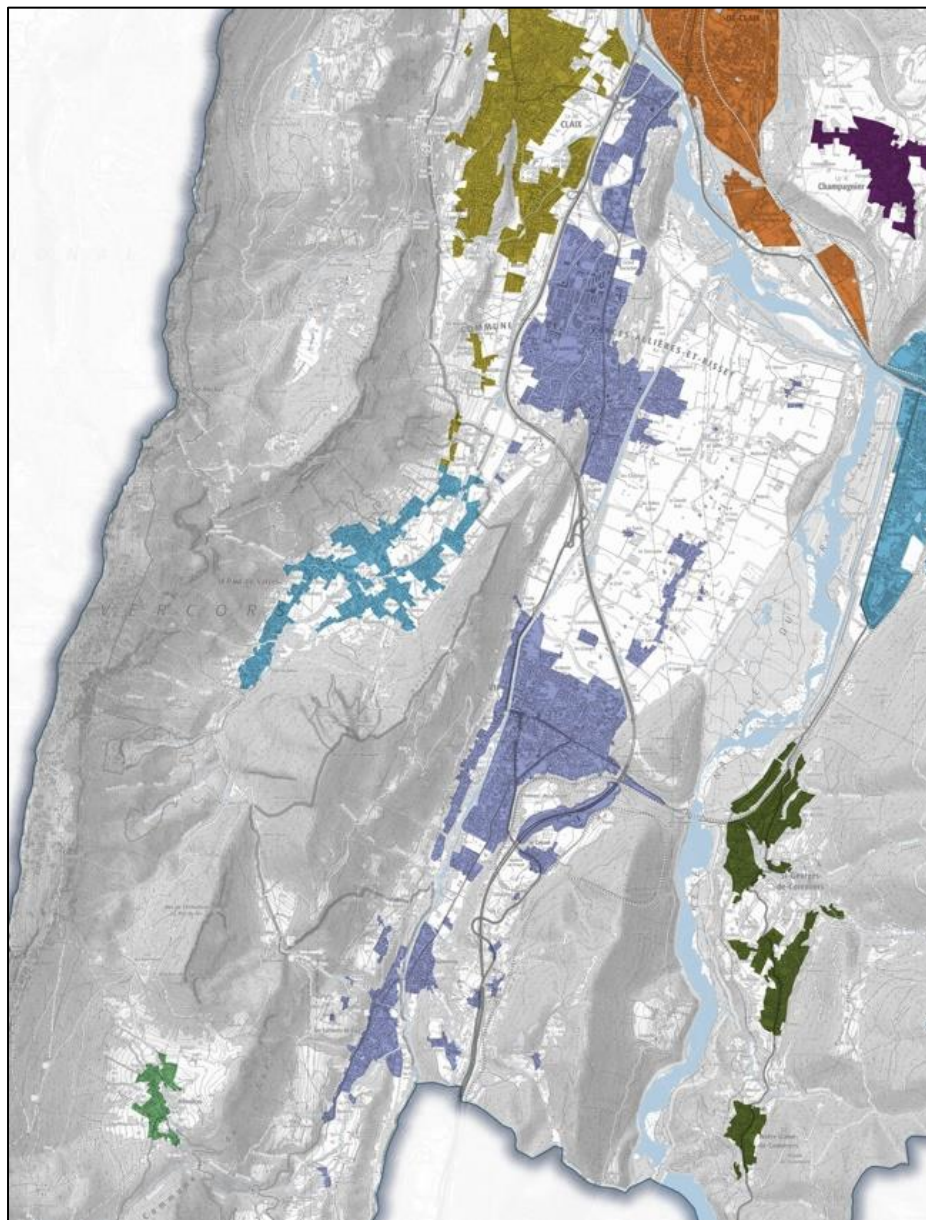
SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
		7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
	Confort d'hiver	8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
		9	Protéger le bâti des vents dominants		e
	Confort d'été	10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
		13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
	Confort d'hiver	14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable

Orientation conseillée



Extrait de la charpente bioclimatique  
Profil n°7 : LES FONDS DE VALLEE OUVERTS



LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillés
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne

## 8 LE PLATEAU ET LES COLLINES ENSOLEILLES







### PRESENTATION

Ce profil correspond au plateau de Champagnier, à la colline du Mûrier et à la colline de Venon. Il comprend les communes de Champagnier, Jarrie, Brié-et-Angonnes, Herbeys, Saint-Martin-d'Hères, Gières et Venon.

C'est un secteur très favorablement exposé en termes d'ensoleillement, assez peu impacté par l'ombre portée des massifs.

Légèrement situé en altitude et possédant une urbanisation peu dense et largement végétalisée, ce secteur dispose d'un bon équilibre thermique en évitant les surchauffes mais aussi les excès de froid.

#### Indicateurs topoclimatiques dominants

	Très bon, > 14h par jour
	Bon, > 6h par jour
	Variable
	Moins de 300 et 600 m
	Faible
	Pas d'ICU

### LES ENJEUX

#### SOLEIL




Très bien exposé au soleil, les enjeux de confort d'été sont primordiaux. Compte tenu de l'altitude moyenne, il sera également nécessaire de capter les rayons pour le confort d'hiver.

#### VENTILATION

L'été, les constructions devront être aptes à dissiper la chaleur qui pourrait s'accumuler en excès. L'hiver, l'exposition du plateau au vent nécessitera de s'en protéger.

#### INERTIE

Il s'agira dans ce profil de faire en sorte que le renforcement urbain ne crée pas de situation de surchauffe urbaine en préservant un équilibre entre les pleins et les vides.

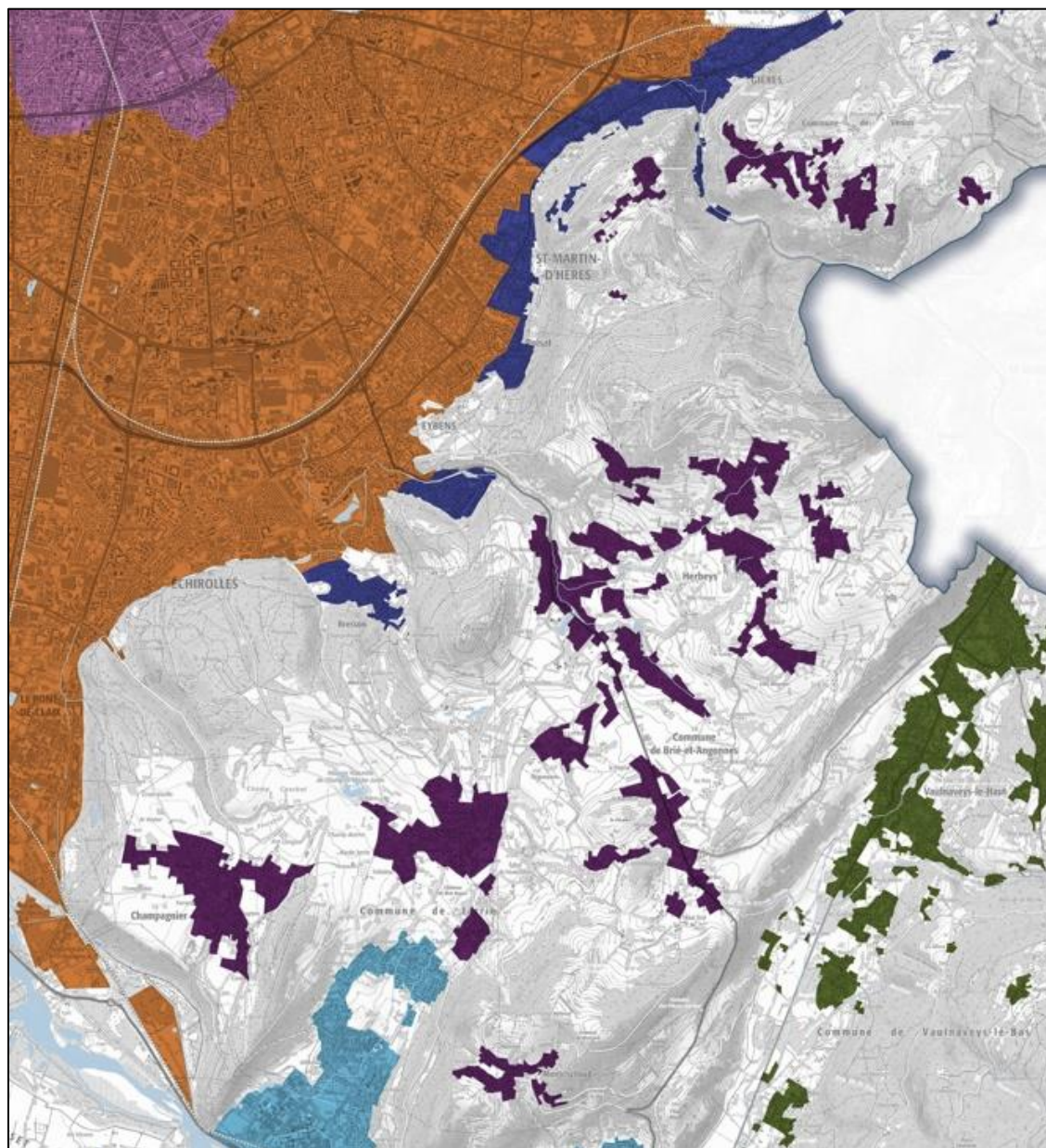
SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
		7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
	Confort d'hiver	8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
		9	Protéger le bâti des vents dominants		e
	Confort d'été	10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
		13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
	Confort d'hiver	14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable

Orientation conseillée



Extrait de la charpente bioclimatique  
 Profil n°8 : LE PLATEAU ET LES COLLINES ENSOLEILLÉES



LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillées
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne







## 9 LES VALLONS D'ALTITUDE

### PRESENTATION

Ce profil englobe le vallon du Drac (Saint-Georges-de-Commiers et Notre-Dame-de-Commiers), le vallon de la Grande Combe (Vaulnaveys-le-Haut et Vaulnaveys-le-Bas), Vizille et les hameaux hauts de l'adret de Séchilienne.

Ce profil correspond aux vallons un peu surélevés par rapport à la plaine et orientés selon un axe nord-sud. Cette orientation leur permet de bénéficier d'un bon ensoleillement mais l'altitude et l'encaissement les rendent sensibles aux excès de froid.

#### Indicateurs topoclimatiques dominants

	Moyen, < 13h par jour
	Moyen, < 6h par jour
	Variable
	Entre 300 et 1000 m
	Faible
	Pas d'ICU

### LES ENJEUX

#### SOLEIL


















Ce profil est bien exposé aux rayons solaires de l'après-midi et peu à ceux du matin. En été, il s'agira de veiller à se protéger des rayons pour éviter la surchauffe des constructions. En hiver, il sera important de capter l'ensoleillement assez réduit pour réchauffer naturellement le bâti.

#### VENTILATION

L'été, les constructions devront être aptes à dissiper la chaleur qui pourrait être accumulée en excès du fait d'un ensoleillement non négligeable. L'hiver, la topographie tendra à canaliser le vent.

#### INERTIE

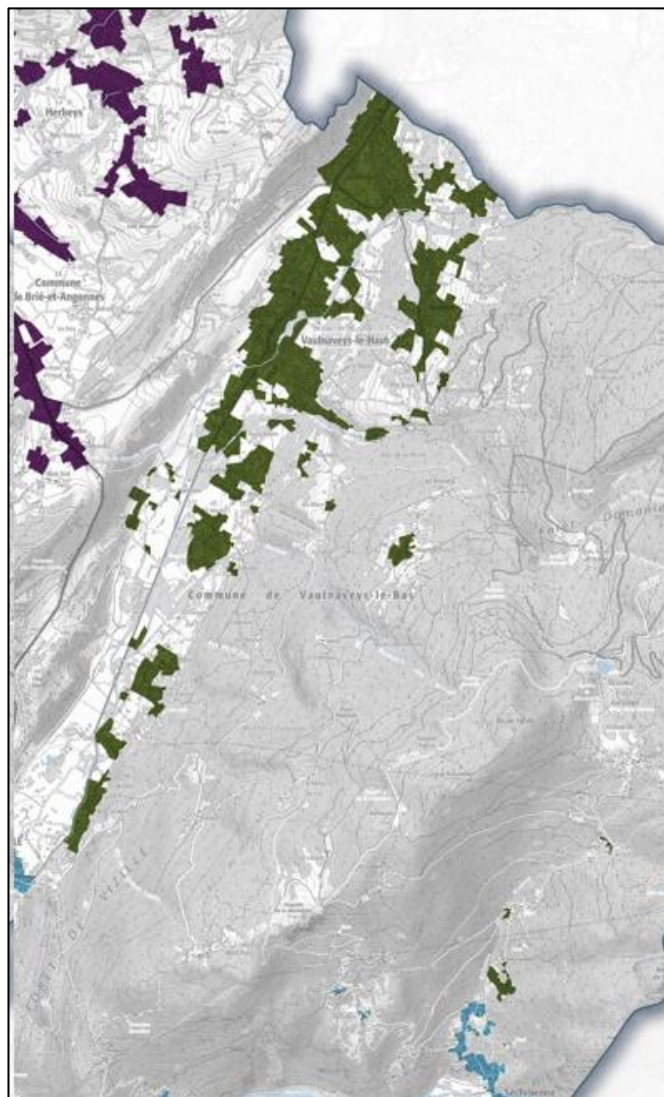
Il s'agira dans ce profil de faire en sorte que le renforcement urbain ne crée pas de situation de surchauffe urbaine en préservant un équilibre entre les pleins et les vides

SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
		7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
	Confort d'hiver	8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
		9	Protéger le bâti des vents dominants		e
	Confort d'été	10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
		13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
	Confort d'hiver	14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable 

Orientation conseillée 

Extrait de la charpente bioclimatique  
 Profil n°9 : LES VALLONS D'ALTITUDE









LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillés
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne

# 10 LA MOYENNE MONTAGNE

## PRESENTATION

Ce profil rassemble les communes situées en Chartreuse (Proveysieux, Mont-Saint-Martin, Quaix-en-Chartreuse, Sarcenas, Le-Sappey-en-Chartreuse) et Saint-Martin-le-Vinoux, et sur les plateaux du Gua (Le Gua, Miribel-Lanchâtre). Ce profil correspond aux secteurs de moyenne montagne de la Métropole, c'est-à-dire des espaces à caractère ruraux et situés à plus de 500m d'altitude. Ils sont soumis à des conditions d'altitude avec des conditions hivernales froides et une exposition au vent froid.

### Indicateurs topoclimatiques dominants

	Faible, < 11h par jour
	Bon, > 6h par jour
	Variable
	Plus de 500m
	Faible
	Pas d'ICU

## LES ENJEUX

### SOLEIL




L'ensoleillement y est variable. Au regard de l'altitude et de l'ambiance climatique de ce profil, les principaux enjeux portent sur le confort d'hiver et la captation du soleil.

### VENTILATION

Du fait de l'altitude et de la topographie, ce profil peut être soumis à des vents hivernaux rudes et présente en toutes saisons une ambiance nocturne « fraîche ». Le confort d'hiver et la protection face aux vents froids est une priorité pour ce profil.

### INERTIE

Là encore, les enjeux liés au confort d'hiver sont prioritaires, ce profil n'étant pas soumis à des problématiques de surchauffe urbaine mais au contraire, on peut y observer des températures très basse l'hiver et le maintien de la neige sur de longues durées.

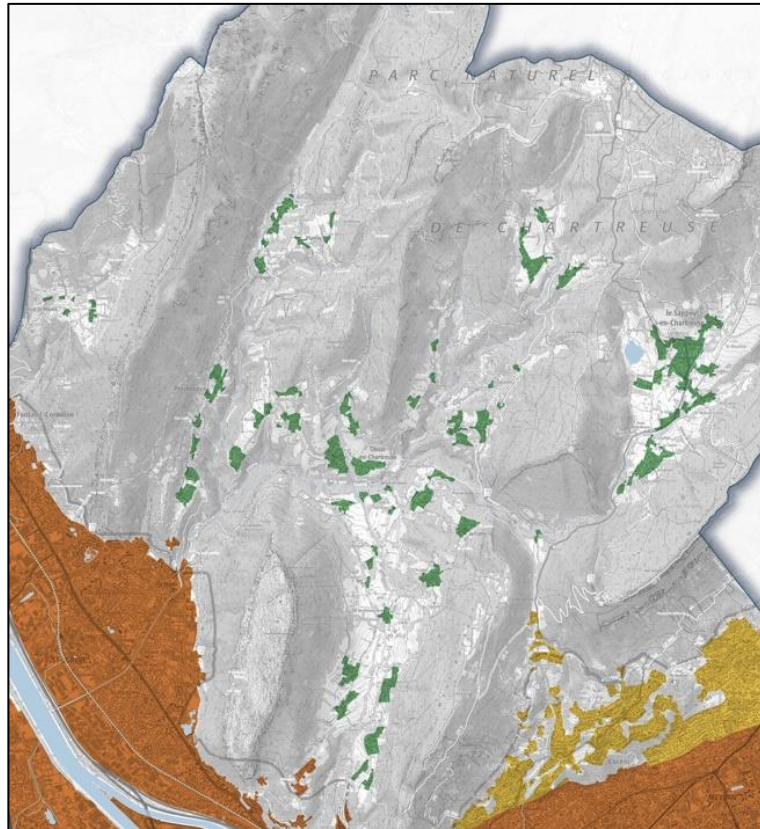
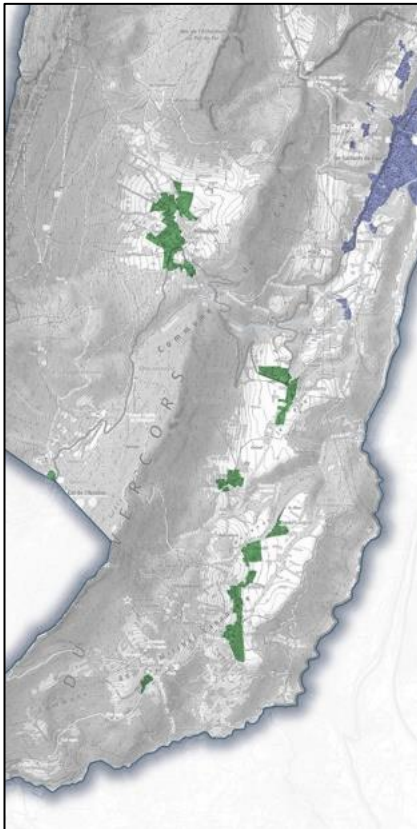
SUJET		ORIENTATIONS BIOCLIMATIQUES		Opposable / Conseillé	Fiche - outils
	Confort d'été	1	Se protéger du soleil du sud		a
		2	Occulter les rayons solaires d'ouest		a
	Confort d'hiver	3	Capter les apports solaires l'hiver		b
		4	Limiter les masques solaires entre les constructions nouvelles		c
		5	Prendre en compte les masques solaires des constructions et de la végétation préexistantes		c
	Confort d'été	6	Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès		d
		7	Garantir une ventilation naturelle entre les constructions		e
	Confort d'hiver	8	Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions		e
		9	Protéger le bâti des vents dominants		e
	Confort d'été	10	Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées		f
		11	Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température		f
		12	Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses		g
		13	Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur		h
	Confort d'hiver	14	Limiter les déperditions thermiques du bâti		i

Orientation opposable

Orientation conseillée



Extrait de la charpente bioclimatique  
 Profil n°10 : LA MOYENNE MONTAGNE



LEGENDE	
1	Le cœur urbain dense
2	Le fond de vallée ensoleillé
3	Les versants orientés vers le Sud
4	Le piémont orienté vers l'Ouest
5	Le coteau orienté vers l'Est
6	Les versants peu ensoleillés
7	Les fonds de vallée ouverts
8	Le plateau et les collines ensoleillés
9	Les vallons d'altitude
10	La moyenne montagne



# 4\_FICHES OUTILS

LES FICHES OUTILS mentionnées dans chaque profil bioclimatique précisent les leviers possibles pour atteindre les orientations et illustrent des modalités de mise en œuvre afin que les porteurs de projet puissent comprendre au mieux les objectifs poursuivis. Ces principes d'aménagement **n'ont cependant pas un caractère opposable** mais permettent de donner à voir des moyens mobilisables. **Les fiches outils précisent si ces dispositifs s'adressent aux projets de plusieurs constructions, aux projets d'une seule construction et/ou aux projets de réhabilitation.**

Les fiches outils sont organisées autour des trois mêmes « portes d'entrée » des orientations bioclimatiques (soleil, ventilation, inertie) et prennent la forme d'un « carnet » composé de **9 fiches outils thématiques** (de a à i) :

## SOLEIL

### a. MAITRISER LES APPORTS SOLAIRES L'ETE

*Orientations bioclimatiques concernées :*

**1** *Se protéger du soleil du sud*

**2** *Occulter les rayons solaires d'ouest*

La maîtrise des rayons du soleil passe par une combinaison de solutions architecturales et paysagère permettant de protéger l'intérieur des constructions du rayonnement solaire durant la saison chaude afin d'éviter toute surchauffe :

- Ecrans végétaux (limitation des rayonnements solaires et de l'élévation des températures des façades) ;
- Débords de toitures et casquettes ;
- Volets extérieurs à lamelles ou brise-soleils horizontaux sur les façades sud et verticaux sur les façades ouest.

### b. CAPTER LES APPORTS SOLAIRES L'HIVER

*Orientation bioclimatique concernée :*

**3** *Capter les apports solaires l'hiver*

Les protections mises en place pour maîtriser les apports solaires l'été doivent être conçues de manière à pouvoir faire profiter le bâtiment des apports en hiver :

- Utiliser des dispositifs de protection solaire permettant aux rayons d'hiver de rentrer dans le bâtiment ;
- Privilégier la végétation à feuilles caduques.

De plus, la disposition des pièces, l'exposition des façades ou le choix des matériaux sont également des leviers permettant d'optimiser l'ensoleillement des pièces de vie.

### c. LIMITER LES MASQUES SOLAIRES

*Orientations bioclimatiques concernées :*

**4** *Limitier les masques solaires entre les constructions nouvelles*

**5** *Prendre en compte les masques solaires des constructions préexistantes*

Il s'agit de privilégier une implantation de volumes bâtis qui puisse garantir un ensoleillement maximal des constructions :

- en fonction des masques solaires
- en fonction de l'organisation interne des constructions
- en fonction de l'ambiance climatique (vent, exposition, altitude, etc.)

## VENTILATION

### d. GARANTIR LA VENTILATION NATURELLE DE L'INTERIEUR DU BATIMENT

*Orientation bioclimatique concernée :*

**6** *Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès*

La conception d'un bâtiment qui optimise la ventilation nécessite une approche intégrée qui prend en compte plusieurs aspects : l'orientation, la disposition des pièces, les matériaux de construction et les systèmes de ventilation. Quelques principes à considérer pour optimiser la ventilation naturelle dans la conception d'un bâtiment :

- Maximiser l'exposition aux brises naturelles par le placement des ouvertures ;

- Concevoir le bâtiment de manière à permettre la circulation de l'air de part en part.

#### **e. IMPLANTER LES CONSTRUCTIONS EN FONCTION DU VENT**

*Orientations bioclimatiques concernées :*

- 7** *Garantir une ventilation naturelle entre les constructions*
- 8** *Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions*
- 9** *Protéger le bâti des vents dominants*

L'implantation du bâti et des constructions en fonction du vent est un aspect crucial de la conception urbaine et architecturale pour optimiser la ventilation naturelle mais également se protéger des vents froids l'hiver :

- Définir la forme urbaine et la toiture en fonction du vent ;
- Orienter les façades principales en fonction de la nécessité de s'ouvrir ou de se protéger des vents dominants ;
- Concevoir des espaces tampons extérieurs protégés du vent : par l'implantation des constructions, par des éléments architecturaux (ex. murs, clôtures) ou des éléments végétaux (ex. haies).

## INERTIE

#### **f. AMENAGER DES ESPACES PERIPHERIQUES BIOCLIMATIQUES**

*Orientations bioclimatiques concernées :*

- 10** *Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées*
- 11** *Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température*

La mise en place d'espaces végétalisés contribue au confort d'été en fournissant de l'ombre et en participant au refroidissement de l'air ambiant par évapotranspiration. Par ailleurs, les surfaces végétales ont un albédo plus élevé que les surfaces asphaltées ou bétonnées, contribuant ainsi à réduire l'absorption de chaleur.

#### **g. VEGETALISER LES CONSTRUCTIONS**

*Orientation bioclimatique concernée :*

- 12** *Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses*

Végétaliser une construction implique d'intégrer des éléments végétaux dans la conception :

- Toits végétalisés
- Façades végétalisées
- Espaces extérieurs privatifs (terrasses, balcons)

#### **h. LIMITER L'ACCUMULATION DE CHALEUR PAR LA TEINTE ET LE TYPE DE MATERIAUX : INERTIE ET BAS-CARBONE**

*Orientation bioclimatique concernée :*

- 13** *Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur*

Les revêtements de toit, les peintures extérieures et autres matériaux avec un albédo élevé permettent de minimiser l'absorption de chaleur par les bâtiments. Par ailleurs, certains matériaux ont une capacité thermique spécifique élevée, ce qui signifie qu'ils peuvent stocker et libérer de grandes quantités de chaleur.

#### **i. PERFORMANCE ENERGETIQUE DE LA CONCEPTION DU BATI**

*Orientation bioclimatique concernée :*

- 14** *Limiter les déperditions thermiques du bâti*

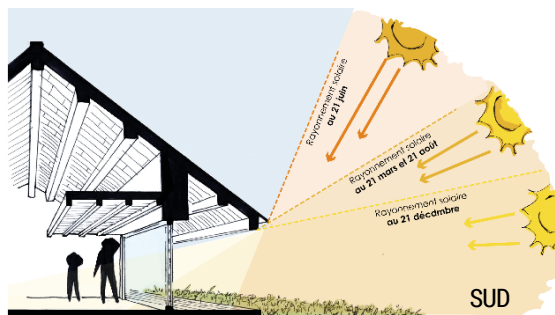
Outre les matériaux et l'isolation, la conception même d'un bâti peut optimiser à la fois des performances énergétiques élevées et une bonne inertie thermique : compacité, ouvertures, toiture.



# Maîtriser les apports solaire l'été


*Orientations bioclimatiques concernées :*

- 1 *Se protéger du soleil du sud*
- 2 *Occluter les rayons solaires d'ouest*



## POURQUOI ?

L'ensoleillement est une source de surchauffe pendant la saison estivale. Lorsque le soleil émet des rayons sur les surfaces vitrées d'un bâtiment, mais aussi sur les murs de la façade, **il élève la température à l'intérieur compromettant ainsi le confort thermique des occupants. Une disposition stratégique de solutions de protection solaire permet de préserver l'intérieur du bâtiment d'une surchauffe** durant la saison chaude.



Les dispositifs de protection solaire doivent veiller à laisser la lumière pénétrer à l'intérieur du bâtiment pour le bien être des occupants, ne pas entraîner de consommation non nécessaire d'énergie pour l'éclairage et pour permettre aux rayons de réchauffer l'intérieur en hiver.

Les volets roulants sont notamment à éviter car ils ne permettent pas de moduler les apports de lumière.

## COMMENT ?

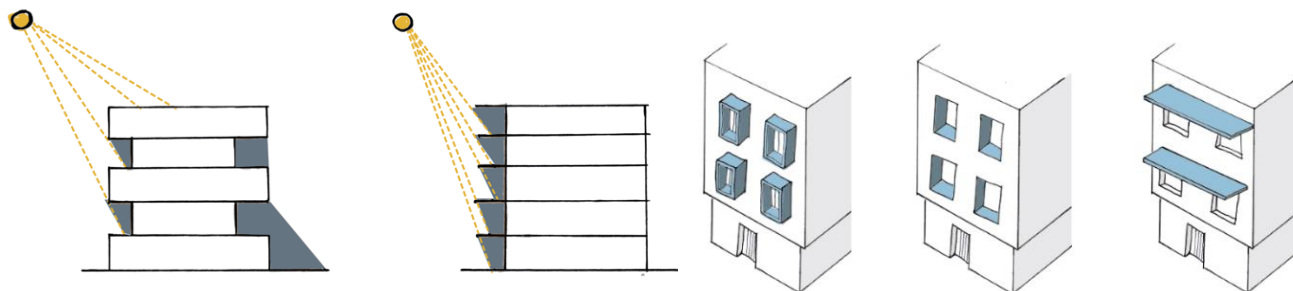
### a.1 – Concevoir un bâti qui crée ses propres ombres



La forme globale du bâtiment peut être conçue de manière à créer des ombres intéressantes à différentes heures de la journée : des saillies, les retraits, des dépassées de toitures, les casquettes, etc.



En violet sous cette casquette : 0h de réception solaire au solstice d'été et 9h au solstice d'hiver  
Maquette numérique solaire avec et sans casquette, Cerema



## Référence



### CONSTRUCTION NEUVE

Sur la façade, un jeu de retraits, balcons et casquettes permet de protéger les logements d'une partie des rayons solaires.

Grenoble, Les Iris  
source AURG



### CONSTRUCTION NEUVE

De longues casquettes permettent de protéger les logements en attique

Grenoble, Caserne de Bonne  
source AURG



### CONSTRUCTION NEUVE

Retraits et balcons avec large porte à faux permettent d'ombrager les logements en façade sud et ouest.

Crolles, Green Vallée  
source AURG



### CONSTRUCTION NEUVE

Des terrasses aux porte-à-faux allant jusqu'à 7.5 mètres de long et des brise-soleils vont chercher la lumière du soleil tout en se protégeant de son intensité.

Montpellier, L'Arbre Blanc  
source AURG

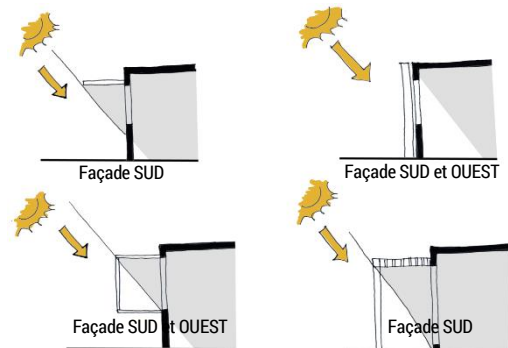
## a.2 – Prévoir des dispositifs extérieurs fixes ou mobiles



Une protection solaire extérieure stoppe les rayons solaires avant qu'ils ne traversent le vitrage. Il existe une grande diversité de dispositifs de protection solaire extérieurs, qu'ils soient mobiles ou non, pleins ou ajourés, automatisés ou manuels.

Les dispositifs pour se protéger des rayons du sud seront le plus souvent horizontaux, ceux pour se protéger des rayons de l'ouest seront verticaux.

En outre, l'utilisation de matériaux translucides, de treillis, de persiennes ou d'autres éléments permet à la lumière de passer à travers les éléments de manière contrôlée.



Dispositifs solaires extérieurs fixes ou mobiles



Les fenêtres de toit exposent les pièces qu'elles éclairent à une surchauffe en été. Il sera préférable de limiter la dimension de ces ouvertures, de préférer une implantation sur les pans au nord ou de bien prévoir des dispositifs de protection solaire extérieurs.

## Carnet technique



Brise-soleil à lames horizontales  
Fixe ou orientable  
Façade sud



Brise-soleil à lames verticales  
Fixe ou orientable  
Façade est ou ouest



Brise-soleil en projection  
Fixe ou orientable  
Façade sud



Volets coulissants  
Fixe ou orientable  
Façade sud, est ou ouest



Pergola  
Fixe ou orientable  
Façade sud et ouest si volet vertical



Débord de fenêtre  
Fixe  
Façade sud et ouest

Source des photos [www.duco.eu](http://www.duco.eu) (photo 1 et 2) et AURG (photo 3, 4, 5 et 6)

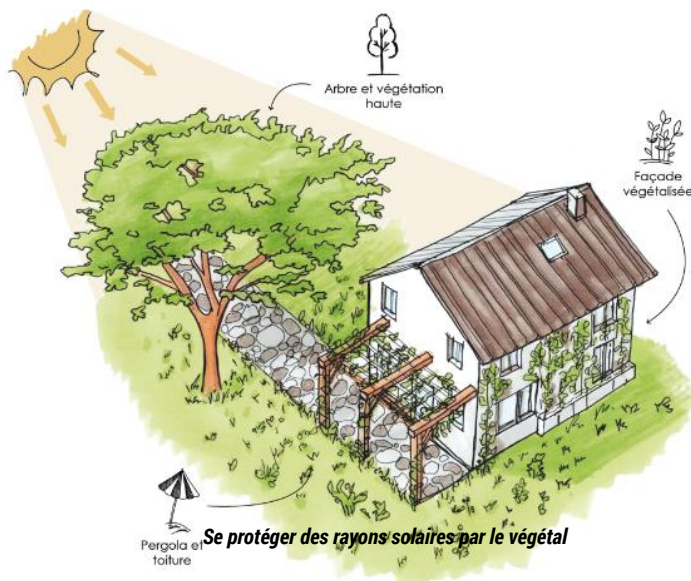
## a.3 - Jouer avec le végétal



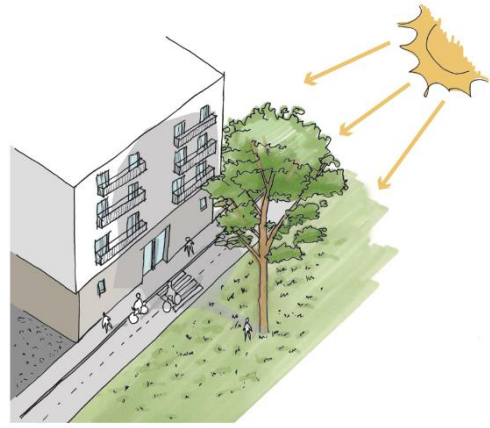
Les arbres, arbustes et autres végétaux fournissent une ombre naturelle qui bloque une partie des rayons solaires directs. Cette ombre réduit l'exposition des façades des bâtiments au rayonnement solaire, aidant ainsi à maintenir une température intérieure plus fraîche. De plus, le processus d'évapotranspiration crée un effet rafraîchissant contribuant à réguler la température ambiante.



La mise en œuvre de solutions végétales permet de générer d'autres bénéfices ; elles sont des supports de biodiversité et elles participent à la qualité du cadre de vie.



> **PLANTER DES ARBRES ET DES ARBUSTES AUX ABORDS DE LA CONSTRUCTION**, de préférence à feuilles caduques, permet de créer une ombre naturelle vis-à-vis des rayons du **sud et de l'ouest**. Les plantations ne **devraient pas être à plus de 6 mètres du bâtiment pour avoir un effet réel au rayonnement** solaire direct, seuls les très grands arbres auront une influence au-delà. La distance entre les arbres et le bâti devra également être cohérente avec l'OAP Paysage et Biodiversité qui préconise une distance supérieure à la dimension du houppier pour protéger l'arbre et son système racinaire.



*Se protéger des rayons solaires grâce aux arbres*

## Référence



*Grenoble, Le Clairbois  
Vue sur la façade sud du bâtiment  
source AURG*

### CONSTRUCTIONS NEUVES

Le maintien des arbres en façade offre un bon filtre aux rayons intenses mais aussi un cadre de vie très qualitatif. L'écran végétal ainsi formé fait également office de brise vue avec les propriétés voisines.



*Grenoble  
Vue sur la façade est du bâtiment  
source AURG*

> **AMENAGER DES MURS VEGETAUX, DES PLANTES GRIMPANTES** ou des systèmes hydroponiques (*culture hors sol*) installés sur les façades des bâtiments fournit également une protection contre la surchauffe. Ces dispositifs agissent comme une **barrière naturelle contre le rayonnement solaire** tout en contribuant à l'isolation thermique et en régulant la température grâce à l'évapotranspiration.

Ce type de dispositif, **peu consommateur d'espace**, peu s'envisager dans tous les tissus urbains et sur le bâti existant.

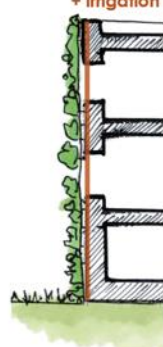


*Modes de végétalisation d'une construction*

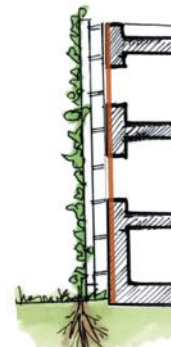
**1 : Revêtement de façade**



**2 : Élément de paroi murale + irrigation**



**3 : Double paroi (bardage)**



*Types de façades végétalisées*

## Référence



**CONSTRUCTION NEUVE**  
Le végétal prend la forme d'une enveloppe saisonnière  
*Garden Tower, Kőniz (Suisse)*  
source google street view



**CONSTRUCTION NEUVE**  
Un mur végétal épais  
*Grenoble, Lycée des Eaux Claires*  
source AURG



**CONSTRUCTION NEUVE**  
Les plantes grimpantes à feuilles caduques apportent de l'ombre aux logements en façade sud.  
*Pontcharra, Les Granges des toits liés*  
source AURG



**BATI ANCIEN EXISTANT**  
Une végétalisation adaptée aux centres anciens  
*Grenoble*  
source AURG





## Capter les apports solaires l'hiver

*Orientation bioclimatique concernée :  
3 Capter les apports solaires l'hiver*

### POURQUOI ?

Capter les apports solaires en hiver permet un chauffage passif des intérieurs afin de maintenir une température confortable en minimisant le recours à des systèmes de chauffage actifs consommateurs d'énergie. De plus, en hiver, la lumière naturelle du soleil est bénéfique pour la santé mentale et physique des usagers et contribue au bien-être général des occupants de l'espace.

### COMMENT ?

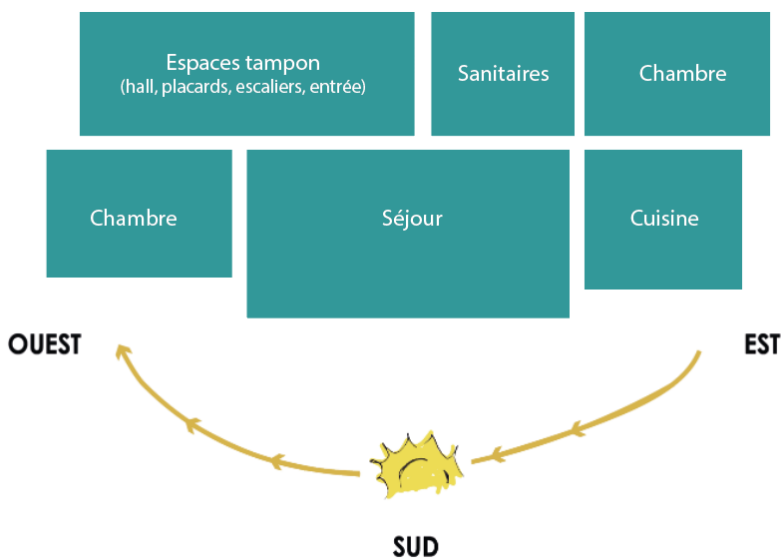
#### b.1 – L'orientation des constructions en fonction de l'ensoleillement



**L'orientation nord/sud du bâtiment est privilégiée** car elle optimise les gains solaires pendant la saison hivernale, tout en restreignant les ouvertures sur les façades ouest, les plus exposées par les rayons solaires en été en raison de l'angle d'incidence faible. La gestion des apports solaires du sud au rayon d'incidence élevé peut ainsi être aisément contrôlée.



**En cas de réhabilitation, où l'orientation est dictée par les contraintes existantes, une réorganisation interne peut être envisagée** pour garantir une meilleure cohérence entre l'orientation des façades et l'utilisation des pièces attenantes. L'orientation sud serait privilégiée pour les espaces de vie lors de tels réaménagements.



*Principes de composition d'un logement en fonction du soleil*

#### Principes généraux :

- > Maximiser les surfaces vitrées orientées au sud, mais protégées du soleil estival par des protections solaires.
- > Minimiser les surfaces vitrées orientées au nord.
- > Prévoir des surfaces vitrées raisonnées et réfléchies pour l'ouest afin de se protéger des surchauffes estivales.
- > Aménager un sas pour limiter l'entrée et la sortie de l'air chaud et froid (espace tampon).

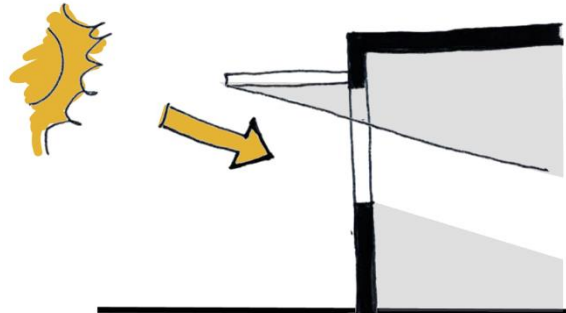
## b.2- Concevoir des brise-soleil adaptés au soleil d'hiver



Les dispositifs qui offrent une protection solaire efficace en été doivent permettre une **pénétration maximale de la lumière naturelle en hiver**. L'idéal est d'effectuer une analyse solaire lors de la conception pour **déterminer les angles et profondeurs optimaux** en fonction de la position du soleil à différentes saisons : étude d'ensoleillement (ou héliodon) et identification des masques solaires locaux (arbres, autres bâtiments, relief...).

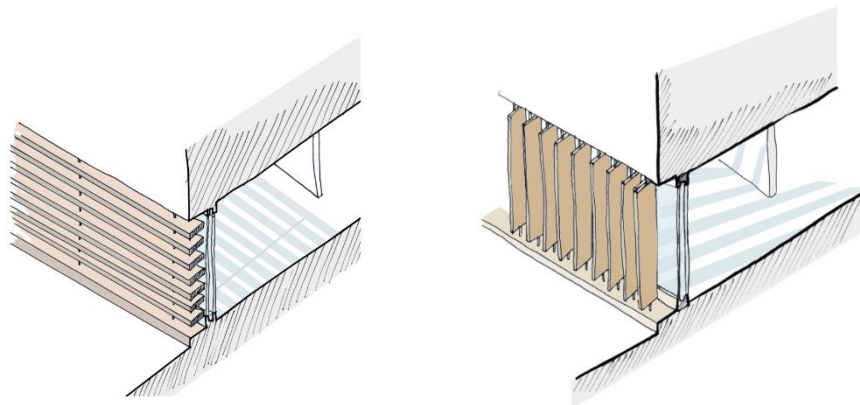
### > EN FAÇADE SUD

Les **dispositifs horizontaux** doivent être conçus de manière à ce qu'ils **bloquent principalement la lumière du soleil directe** pendant les mois d'été lorsque le soleil est plus haut dans le ciel. Cela peut être réalisé en travaillant judicieusement **l'inclinaison des lames ou la profondeur des dispositifs**.



### > EN FAÇADE OUEST

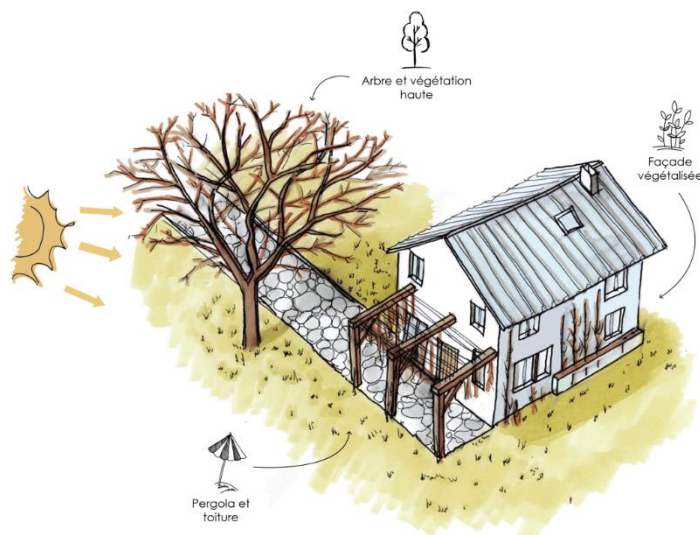
Ces dispositifs doivent pouvoir être **ajustés en saison hivernale** pour permettre à la lumière solaire de pénétrer davantage à l'intérieur du bâtiment.



*Des brises-soleil qui permettent le passage des rayons solaires l'hiver*

### > POUR LES DISPOSITIFS VEGETALISES

Les **végétaux** mis en place doivent en majorité être des espèces à **feuilles caduques** afin de permettre le passage des rayons du soleil lors de la saison hivernale.



*Des végétaux qui permettent le passage des rayons solaires l'hiver*

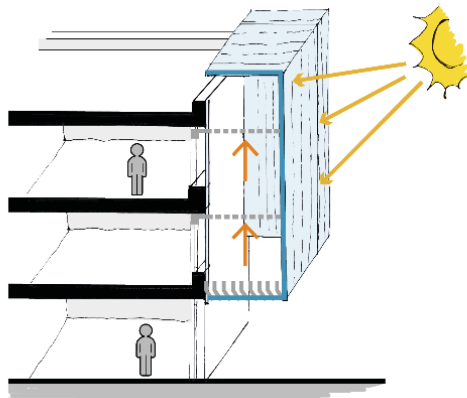
## b.3 – Mettre en place des espaces tampon : les façades à double peau



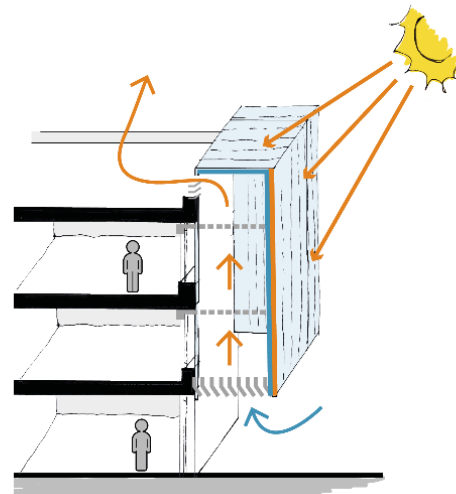
Les **façades à double peau en verre** permettent une **meilleure isolation thermique** en créant une barrière d'air entre les deux couches de verre. L'espace intermédiaire est utilisé pour le **contrôle solaire**, la **régulation thermique** et la **ventilation**. Ces façades sont souvent conçues de manière à maximiser l'efficacité énergétique du bâtiment en utilisant l'air entre les deux couches comme un isolant naturel.



FAÇADE DOUBLE PEAU EN HIVER



FAÇADE DOUBLE PEAU EN ÉTÉ



Une façade à double peau

## Référence



Grenoble, Le Smart  
source AURG



Grenoble, L'Orangerie  
source AURG



### CONSTRUCTION NEUVE

Les logements de ces opérations bénéficient d'espaces extérieurs pouvant être fermés par des lames de verre orientables créant un espace véranda l'hiver ou une ventilation naturelle l'été.

# C

## limiter les masques solaires

*Orientation s bioclimatiques concernées :*

**4 Limiter les masques solaires entre les constructions**

**5 Prendre en compte les masques solaires des constructions préexistantes**

### POURQUOI ?

La conception et l'orientation des bâtiments jouent un rôle crucial dans l'optimisation des apports solaires en hiver et leur maîtrise en été. Pour optimiser l'efficacité énergétique, le confort thermique et l'éclairage naturel d'un bâtiment, la gestion des masques solaires est essentielle.

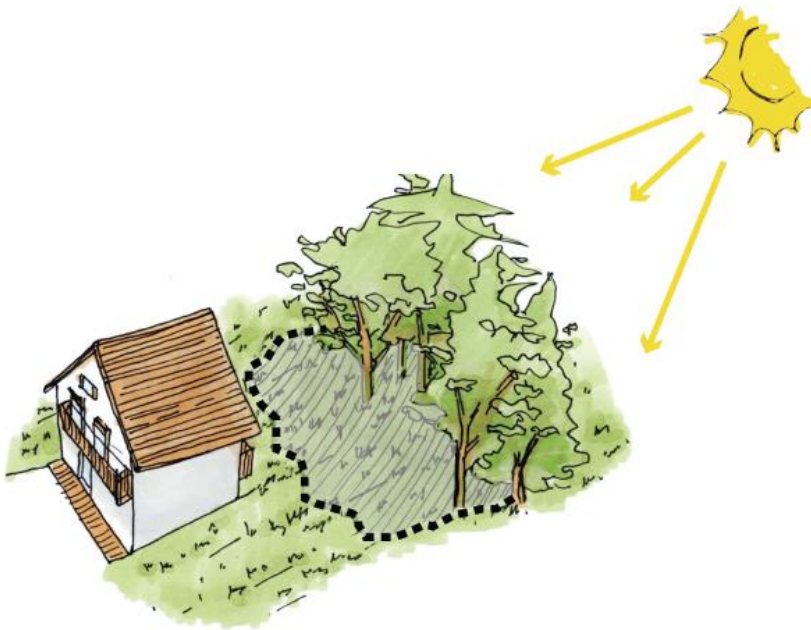
### COMMENT ?

#### c.1 – Planter intelligemment les constructions dans leur environnement proche

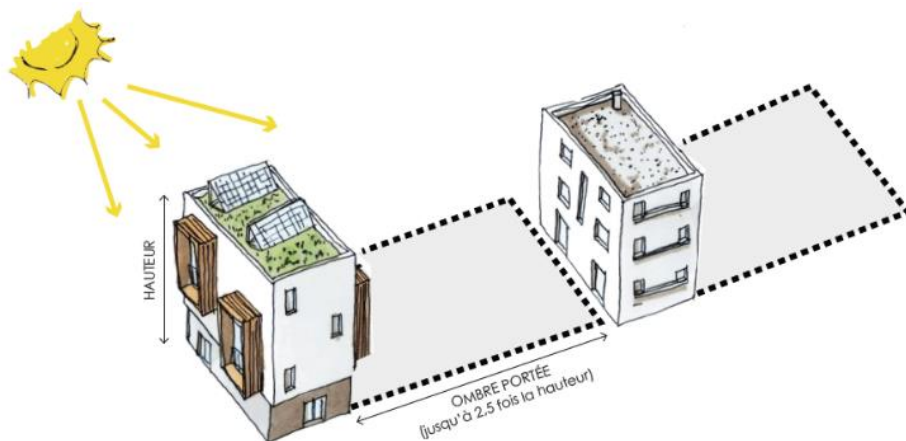


L'ombre projetée par le relief, la végétation existante et les bâtiments voisins peut agir comme des masques solaires, jouant un rôle positif dans la protection contre la surchauffe, mais négatif lorsque l'objectif est de bénéficier au maximum des apports solaires. Il est recommandé de :

- **Placer la construction à l'emplacement le plus ensoleillé du tènement** après une étude des masques solaires environnants ;
- **Prendre en compte la végétation existante ou à venir** et s'assurer que les espèces choisies n'auront pas d'impact négatif sur les apports solaires et de privilégier les espèces à feuilles caduques au sud des constructions ;
- **Planter les constructions dans le prolongement des constructions existantes** pour limiter les covisibilités et limiter les ombres portées ;
- Simuler les ombres projetées par le projet au solstice d'été et d'hiver afin **d'éviter les ombres portées sur les constructions environnantes (existantes ou futures)**.



Les masques solaires liés aux végétaux peuvent filtrer jusqu'à 85% des rayons solaires l'été et 55% l'hiver. Cela peut être un véritable frein pour capter le soleil en hiver et conduire à une consommation d'énergie excessive.



L'emplacement d'une nouvelle construction doit prendre en compte de la hauteur des bâtiments environnants. De manière réciproque, il faut privilégier une limitation de l'incidence de l'ombrage d'une nouvelle construction sur les constructions existantes.

**Dans le cas de divisions parcellaires, il faut veiller à limiter l'impact de la nouvelle construction sur l'ensoleillement de la parcelle mère et des parcelles voisines :**

- En adaptant la hauteur de la construction ;
- En adaptant l'implantation de la construction, par exemple en l'adossant à un bâti existant, pour faire porter les ombres sur les espaces séparatifs ou les façades aveugles ne comportant pas d'ouverture

# d

## Garantir la ventilation naturelle

Orientation bioclimatique concernée :

6 Concevoir des bâtis aptes à dissiper la chaleur en excès

### POURQUOI ?

La ventilation naturelle des bâtiments est bénéfique pour la santé des occupants, pour l'efficacité énergétique et pour le confort global. Elle contribue à maintenir des conditions de confort thermique en régulant la température et en évitant la surchauffe. L'évacuation naturelle de l'air chaud permet d'éviter l'utilisation de systèmes de climatisation, réduisant ainsi les besoins d'énergie.



#### Importer le concept de l'arbre

La conception d'un bâtiment dans un environnement tropical s'inspire du concept de l'arbre pour offrir aux occupants le même confort thermique que celui ressenti à l'ombre d'un arbre, à savoir un air ventilé et une protection solaire efficace. La ville éolienne est un mode de composer les quartiers à transposer dans nos villes tempérées.

### COMMENT ?

#### d.1 – Assurer la perméabilité aux brises des ensembles bâtis



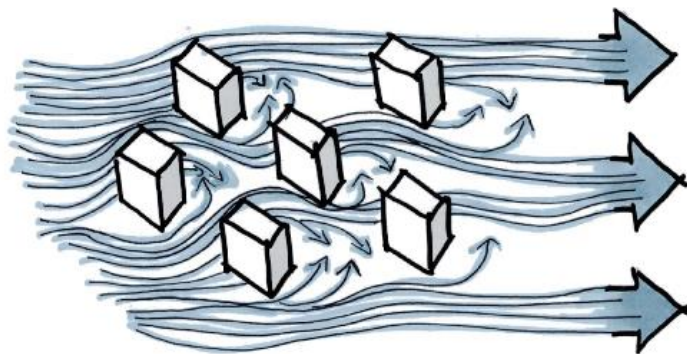
La chaleur générée à la fois par des sources naturelles et anthropiques a tendance à rester piégée en raison des obstacles formés par les bâtiments et les infrastructures urbaines. **Il est essentiel que l'aménagement urbain n'entrave pas la circulation de l'air chaud, lui permettant ainsi de s'échapper.**



**Chaque projet participe à cette perméabilité.** A l'échelle d'un bâtiment ou d'un programme de plusieurs logements, si le secteur est sensible à la surchauffe urbaine, il faut veiller à ce que le bâti ne forme pas des espaces clos dans lesquels l'air chaud se retrouverait piégé.



Afin d'optimiser leur efficacité, **les systèmes de refroidissement par ventilation doivent être intégrés à une stratégie de rafraîchissement des abords** de la construction pour limiter la présence d'air surchauffé autour de celle-ci.



Le principe général est **d'implanter des constructions en décalage les unes par rapport aux autres selon la direction des vents**, afin d'éviter les effets de masque (lorsqu'un bâtiment vient « protéger » du vent un autre et donc empêcher sa ventilation).

Schéma d'un ensemble bâti perméable au vent

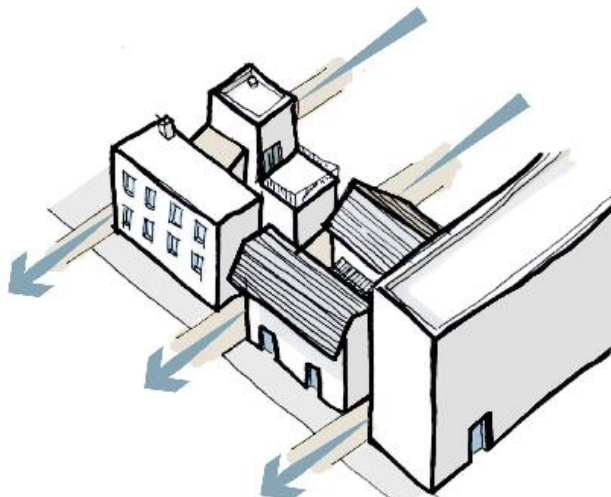


Schéma d'un ensemble bâti dense perméable au vent

Dans un tissu urbain ancien, dense ou déjà largement constitué, l'objectif est de **garantir le passage des brises entre les bâtiments.**

## Référence



### PROJET NOUVEAU

Dans le cadre du projet « Coeur de Ville » de La Possession sur l'île de la Réunion a été développée une stratégie « aéroclimatique » fondée sur la prise en compte des effets topographiques, de l'organisation de la ville, de la forme du bâtiment et de son organisation intérieure.

Il a été établi qu'une variété de hauteurs favorise le potentiel de ventilation. Ainsi la conception de ce quartier a été rythmée par des organisations différenciées : bâtiments plots, bâtiments en forme de barres, individuel accolé, dans le but de garantir la chaîne de la ventilation naturelle.

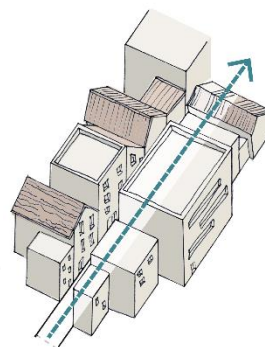
La Possession (île de la Réunion), ZAC Coeur de Ville  
Crédit photo : J.Balleyerdier

## d.2 - Limiter l'effet canyon des rues

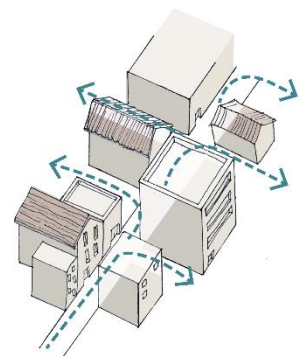


L'effet canyon se produit lorsque les bâtiments sont alignés de manière étroite le long des rues, créant ainsi une configuration en canyon. Cela peut entraîner une accumulation de chaleur et la réduction de la ventilation naturelle. L'enjeu est de rompre la continuité bâti le long des rues concernées :

- Rythmer les hauteurs : prévoir des constructions plus basses pour favoriser le passage de l'air
- Garantir des ruptures : apporter une rupture dans la continuité des constructions, de préférence végétales.
- Prendre du recul : apporter une rupture dans l'alignement des constructions



Rue avec effet canyon

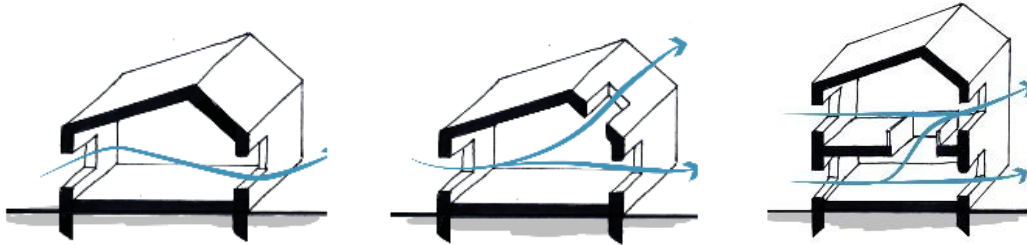


Rue qui permet au vent de se disperser

### d.3 - Favoriser la transparence à l'air des constructions

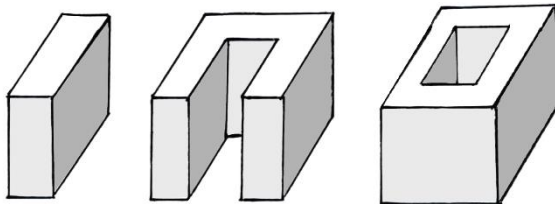


Un quartier ventilé ne suffit pas, encore faut-il que le bâtiment en lui-même soit perméable aux brises et soit capable d'évacuer la chaleur qui s'y accumule. Pour cela, le potentiel de ventilation naturelle des bâtiments doit être optimisé.



Principes de transparence des constructions à l'air

La forme du bâtiment vis-à-vis des vents dominants aura un impact conséquent sur la ventilation naturelle. Quelle que soit la forme, une « épaisseur » de bâtiment peu importante favorisera la ventilation naturelle grâce à une ventilation traversante avec des ouvertures bi-orientées qui sont plus efficaces. Une ventilation naturelle mono façade est environ 5 à 6 fois moins efficace qu'une ventilation traversante. La ventilation transversale est performante grâce à l'action du vent comme force motrice. Elle suppose des espaces intérieurs traversants en limitant les obstacles et est incompatible avec les bâtiments « épais ».

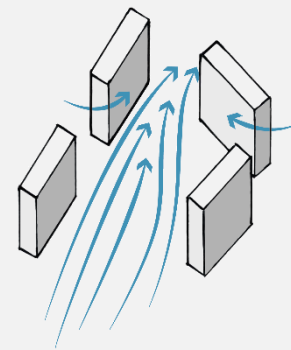


Formes urbaines favorables au free-cooling  
(le rafraîchissement naturel)



#### Eviter les effets venturi

L'effet Venturi se réfère à une canalisation du passage de l'air à travers des espaces restreints entre les bâtiments. Il conduit à des augmentations de la vitesse du vent et la création de turbulences qui amènent à un inconfort thermique.





## d.4 – Assurer la porosité du bâti



Il est nécessaire d'assurer une ventilation naturelle même lorsque les dispositifs de protection solaire ou d'occultation sont clos et remplissent leurs diverses fonctions telles que l'ombrage, la protection contre l'intrusion et l'obscurcissement.

Pour assurer une ventilation adéquate de l'intérieur du bâtiment, le pourcentage de porosité doit être supérieur ou égal à 60%.

Les brise-soleil fixes ou mobiles, voire orientables, ainsi que les volets persiennés, quels que soient leurs modes d'ouverture, ont une porosité à l'air satisfaisante. En revanche, les volets roulants à ajours et les volets pleins sont trop perméables à l'air pour une ventilation correcte.



### C'est quoi la porosité des occultations ?

La porosité est le rapport de la somme de toutes les surfaces utiles de passage d'air du logement sur la surface de plancher brute.

Cette surface utile de passage d'air s'obtient avec les protections solaires fermées et ouvrants ouverts au maximum.

A éviter			Préconisé	
Volet plein	Volet roulant	Store toile extérieur	Volet persienné	Brise-soleil orientable extérieur
0%	10%	20%	35 à 80%	80%

Pourcentage de porosité à l'air par type d'occultation

# e

## Planter les constructions en fonction du vent dominant

*Orientations bioclimatiques concernées :*

- 7 Garantir une ventilation naturelle entre les constructions
- 8 Se protéger des vents dominants par l'implantation des constructions
- 9 Protéger le bâti des vents dominants

### POURQUOI ?

Planter les constructions pour se protéger du vent dominant, qui est dans la plupart des cas un vent de nord ou nord-ouest sur le territoire métropolitain, est important pour assurer le confort de vie des usagers et une meilleure efficacité énergétique des constructions et leur inertie. Connaître les données climatiques de son territoire et se renseigner sur la direction et la force du vent est primordial pour intégrer des solutions

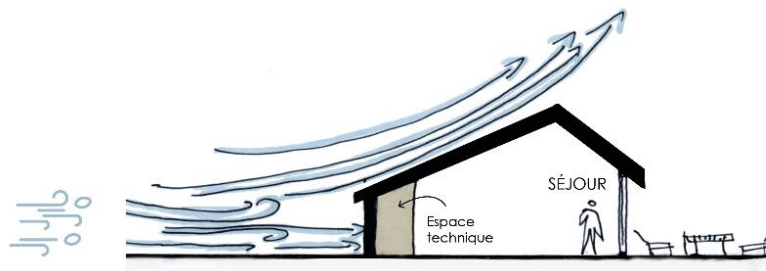
### COMMENT ?

#### e.1 – Protéger les bâtis et leurs intérieurs des vents froids



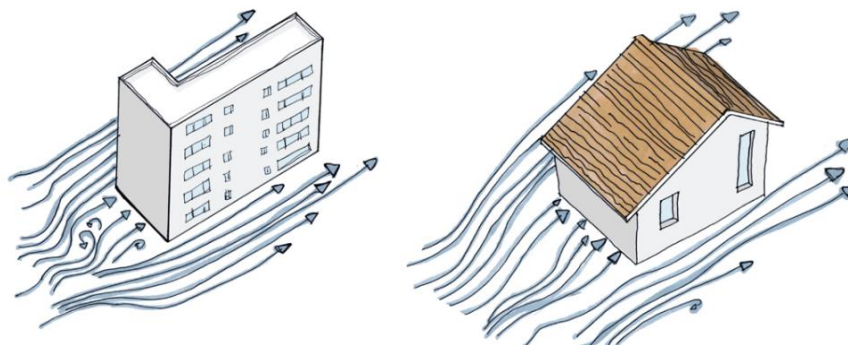
La forme et la composition du bâti sont déterminants pour faire face aux vents froids dominants :

- Les constructions doivent « tourner le dos » aux vents froids dominants de manière à minimiser les pertes d'énergie. La façade exposée aux vents doit comporter des fenêtres plus petites pour réduire la perte de chaleur due au vent. Le fait de placer les pièces les plus utilisées du côté le moins exposé au vent froid réduit la sensation de froid et les besoins en chauffage.



Forme urbaine permettant une dérivation des vents froids

- La forme du bâtiment doit être conçue de manière à réduire la prise au vent. Les formes aérodynamiques, telles que les contours en "L" ou en "U" ou les toitures à pente douce peuvent aider à minimiser la pression exercée par le vent. L'objectif est de donner au vent le minimum d'emprise sur le bâtiment.

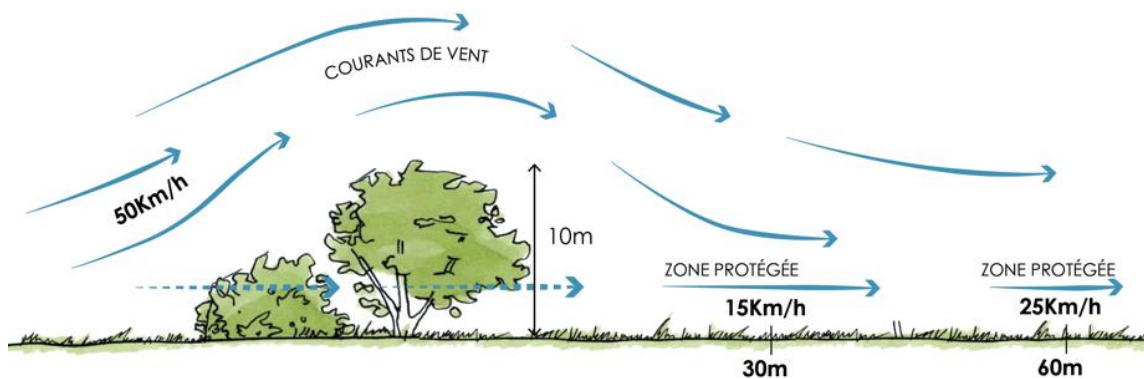


La plus petite façade face au vent froid pour limiter son exposition

## e.2 – Concevoir une haie brise vent, multi-fonction et efficace



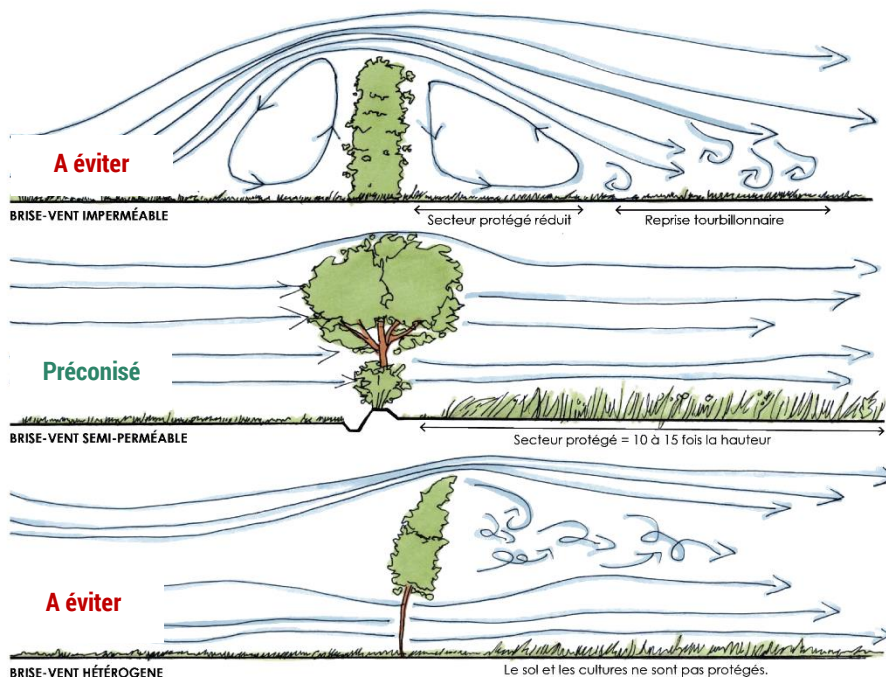
Pour optimiser la protection contre le vent, la **végétation brise-vent** doit être positionnée autant que possible de manière **perpendiculaire au vent**, tout en conservant une densité raisonnable. Dans une perspective de protection tout au long de l'année, il est recommandé d'utiliser principalement des **arbres et des arbustes persistants**.



Les principes d'une haie brise-vent

La **déviation du vent doit être progressive**, débutant par l'implantation d'arbustes de faible hauteur du côté exposé au vent, suivis de végétaux plus élevés. Éviter une interruption abrupte avec des végétaux de grande taille est essentiel, car cela pourrait accroître la force du vent plus loin, contrecarrant l'effet recherché.

Le **regroupement de végétaux doit agir comme un filtre pour le vent plutôt que de le bloquer complètement**, afin d'éviter des perturbations et des frictions indésirables sur les côtés de la zone. De plus, la largeur de la zone de protection devrait dépasser celle que l'on souhaite protéger, car le vent a tendance à contourner les obstacles. Les espèces végétales mises en place en tant que brise vent doivent être résistantes ou tolérantes au vent.



Haie brise-vent : effet sur le vent par type de haie



# Aménager des espaces périphériques bioclimatiques

*Orientations bioclimatiques concernées :*

*10 Atténuer la surchauffe estivale en limitant la surface des zones bâties et imperméabilisées*

*11 Atténuer la surchauffe estivale avec des solutions vertes ou bleues permettant de réguler la température*

## POURQUOI ?

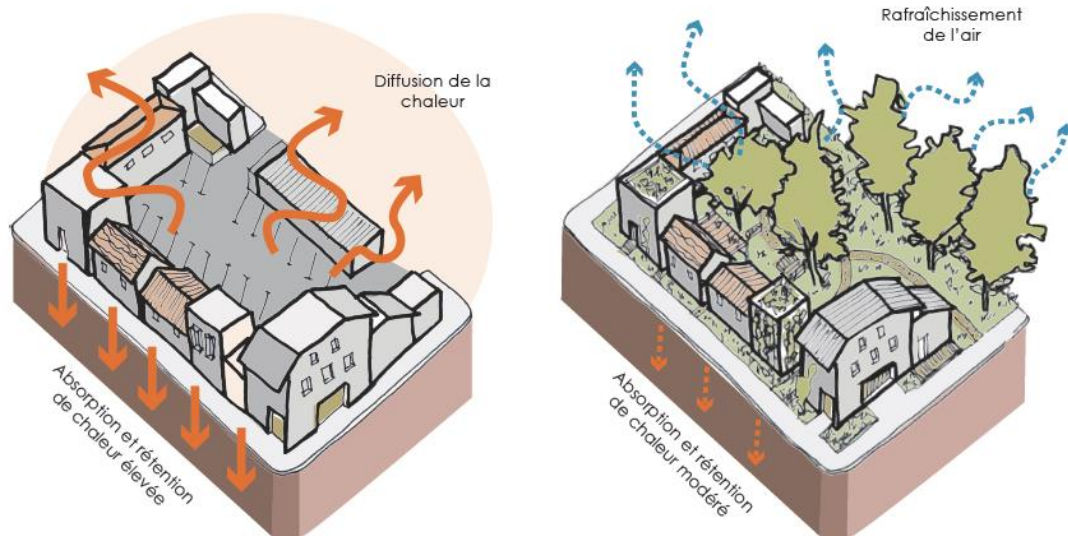
Les grandes surfaces artificialisées et perméables participent au phénomène de surchauffe en journée et d'îlot de chaleur urbain en élevant la température au sol et en la maintenant la nuit. Ce phénomène renforce l'inconfort thermique des usagers et habitants, aggrave les phénomènes caniculaires et accroît les consommations énergétiques. Penser différemment la composition des espaces extérieurs par un choix approprié des matériaux et plus de végétalisation permet d'influencer directement sur l'ambiance micro-climatique.

## COMMENT ?

### f.1 – Limiter les surfaces artificialisées



Un sol minéral et imperméable (béton, bitume), présente une capacité de « réchauffement » plus élevée qu'un sol en pleine terre, en particulier si ce dernier est recouvert de végétation. L'objectif à toute échelle d'un projet sera de limiter au maximum les surfaces minéralisées, de préserver au mieux le végétal existant et de ménager des espaces végétaux sur les constructions et à leurs abords.



*Ambiance climatique selon la nature de l'occupation du sol*

## Courseur du coefficient de régulation thermique



0 à 0,15

0,15 à  
0,3

0,3 à 0,45

0,45 à 0,65

0,65 à 1

### SURCHAUFFE

Revêtement minéral  
(ex. béton, enrobé)

### NEUTRALITE

Revêtement semi-ouvert  
(ex. pavés non joints + herbe)

### RAFRAICHISSEMENT

Espace vert sur dalle

### ILOT DE FRAICHEUR

Espace vert de pleine terre  
(du gazon à 0,65 vers l'espace vert à 3 strates à 1)



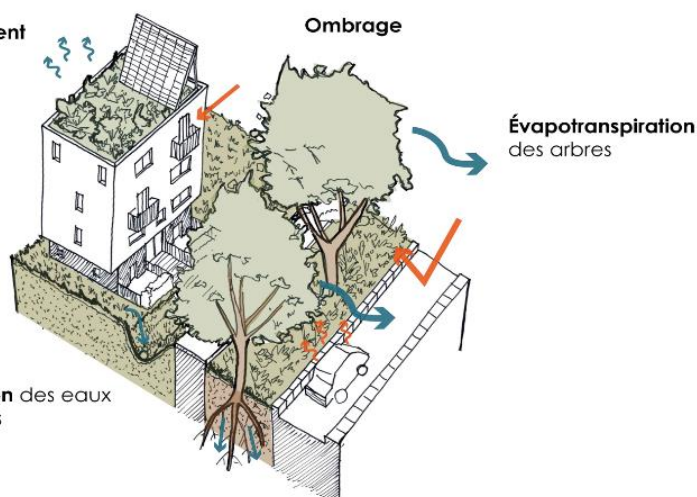
**Le coefficient de régulation thermique (CRT)** mesure la capacité d'un matériau à atténuer les variations de température entre les environnements intérieurs et extérieurs, contribuant ainsi à maintenir un confort thermique optimal à l'intérieur des bâtiments.

## f.2 – Planter et végétaliser pour créer un micro-climat favorable



La végétalisation des espaces environnant les constructions constitue une stratégie efficace pour combattre aussi bien les surchauffes diurnes que les îlots de chaleur urbains. La présence d'espaces permet de réduire les températures de 1 à 5 degrés l'été. En instaurant un microclimat autour des bâtiments, le végétal permet ainsi de limiter les besoins de rafraîchissement l'été mais aussi, dans une moindre mesure, de chauffage l'hiver.

Rafraîchissement de l'air



Les services rendus par le végétal

## Référence

Des abords végétalisés offrent une ambiance climatique confortable et un cadre de vie agréable.



Grenoble, Teisseire  
source AURG

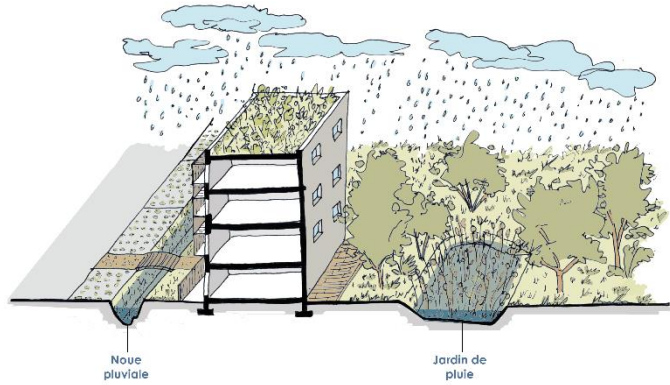


Grenoble, Résidences 2000  
source AURG

### f.3 - Encourager la gestion alternative des eaux pluviales



Une gestion alternative des eaux pluviales se préoccupe quant à elle de traiter les eaux pluviales à la source en veillant à leur qualité et protège ainsi les nappes souterraines et les cours d'eau récepteurs. Les eaux pluviales sont mises en valeur au sein du paysage urbain favorisant le développement d'écosystèmes. Leur gestion implique un maintien de l'eau sur site et un écoulement plus lent, favorisant ainsi l'évapotranspiration et l'infiltration naturelle.



**Principes de gestion alternative des eaux pluviales**

#### Référence



Noue végétalisée et arborée participant à la gestion des eaux pluviales  
*Saint-Egrève, le Domaine du Châtelard*  
source AURG



Jardin de pluie : un espace vert participant de manière naturelle à la gestion des eaux pluviales  
*Grenoble, Parc Ouagadougou*  
source AURG



## Végétaliser les constructions

*Orientation bioclimatique concernée :*

*12 Prévoir une végétation intensive des toitures terrasses*

### POURQUOI ?

**La végétalisation des constructions en elle-même apporte de nombreux bénéfices.** Elle fournit une isolation thermique qui contribue à réduire les besoins de chauffage et de climatisation, elle favorise le maintien d'une biodiversité en milieu urbain, elle absorbe les vibrations sonores et diminue ainsi les nuisances acoustiques, par la photosynthèse elle améliore la qualité de l'air et de manière plus globale elle participe à la qualité de vie et au bien-être humain.

### COMMENT ?

#### g.1 – Privilégier une végétalisation semi-intensive ou intensive des toits plats



Pendant une journée ensoleillée de 26°C, un toit foncé peut atteindre jusqu'à 80°C, un toit blanc, 45°C alors qu'un toit végétal ne dépassera pas 29°C. **Pour valoriser tous les bénéfices que peut apporter une toiture terrasse végétalisée, l'épaisseur de substrat doit être suffisante pour mettre en œuvre une toiture intensive ou toiture jardin.** Ces types de toitures terrasses végétalisées étant exigeantes en termes de capacité de la structure porteuse, en cas de bâti existant on pourra privilégier une végétalisation extensive.



Toiture terrasse intensive à Grenoble  
source AURG



Un instrument d'imagerie thermique observe le toit végétalisé de l'hôtel de ville de Chicago et le toit d'un immeuble limitrophe non végétalisé. Le toit végétalisé de l'hôtel de ville de Chicago est jusqu'à 44°C (80°F) plus frais que le toit conventionnel voisin.

Source : Chicago Climate Action Plan report.

## Carnet technique

Consulter l'OAP Paysage et Biodiversité et le règlement du PLU qui décrivent les modalités de mise en œuvre et de plantation des toitures végétalisées.

## Référence



### PROJET NOUVEAU

Les toitures biosolaires génèrent des effets synergiques issus de la combinaison entre panneaux solaires et végétation : production d'énergie, isolation thermique, réduction de la surchauffe urbaine et support à la biodiversité.

*Grenoble, le Saint-Germain*  
source AURG

## g.2 – Végétaliser les façades

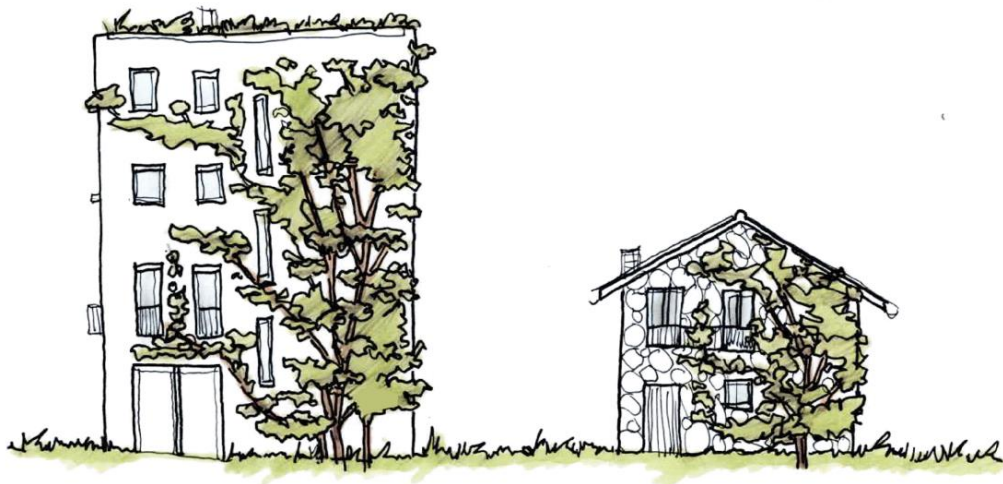


La végétalisation des façades permet de réduire la quantité de chaleur transférée au bâtiment grâce à l'évapotranspiration et à l'ombrage créé.



Une attention particulière sera portée sur les façades anciennes en particulier celles ayant un intérêt patrimonial des maçonneries traditionnelles, les moellons de pierres et joints risquent de se désolidariser en cas de développement racinaire trop important.





*Système de végétalisation des façades avec des plantes grimpantes*

## Référence



### **BATI EXISTANT**

Un mur végétal en façade sud de la mairie

*Hôtel de Ville de Seyssinet-Pariset*

source AURG



### **BATI EXISTANT**

Une partie de la façade nord est recouverte par des plantes grimpantes.

*Grenoble, piscine La Bulle d'O*

source AURG



# Limiter l'accumulation de chaleur par la teinte et le type de matériaux : inertie et bas-carbone

Orientation bioclimatique concernée :

13 Décliner des teintes et des matériaux limitant l'accumulation de chaleur

## POURQUOI ?

**Le choix des matériaux de construction et des revêtements de surface a un effet non négligeable sur le confort de vie et sur le phénomène d'îlot de chaleur urbain.** En favorisant l'utilisation de matériaux ayant des propriétés de réflexion (albédo) et des caractéristiques thermiques favorables (inertie), on peut contribuer à maintenir des températures plus agréables à l'échelle des bâtiments et à l'échelle des espaces urbains.

## COMMENT ?

### h.1 – Privilégier les teintes à albédo moyen à élevé

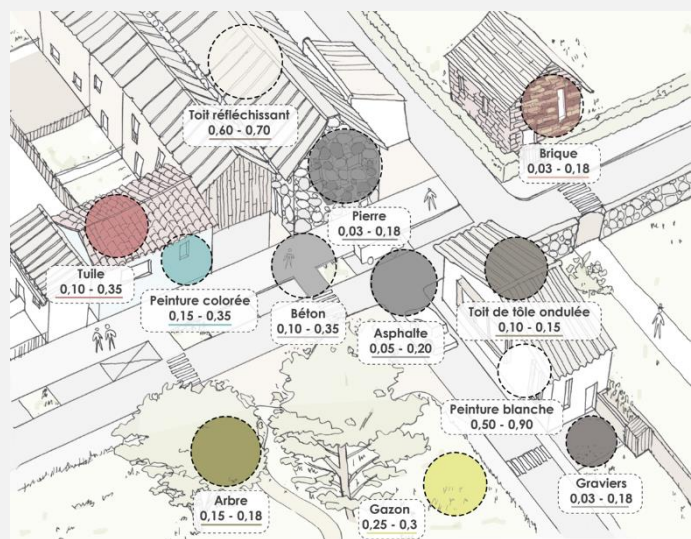


#### L'albédo : késako ?

L'albédo s'exprime en fraction de 0 à 1, où 1 représente une surface qui réfléchirait 100 % de l'énergie et 0 une surface qui absorberait entièrement les rayonnements sans aucune réflexion. Ainsi, une surface dont l'albédo est inférieur à 0,01 est perçue comme noire, celle dont l'albédo est supérieur à 0,9 est perçue comme blanche.

Les surfaces avec un albédo élevé restent plus fraîches car elles réfléchissent une grande partie du rayonnement solaire. À l'inverse, les surfaces avec un albédo bas, absorbent plus de chaleur, contribuant ainsi à des températures plus élevées.

En ville, on mesure des albédos très variés, voir schéma ci-contre.



Couleur	NOIR	Très sombre	Sombre	Moyenne	Claire	Très claire	BLANC
Albédo		0 à 0,10	0,10 à 0,30	0,40 à 0,60	0,60 à 0,90	0,90 à 1	PUR
Qualification		TRES BAS	BAS	MOYEN	ELEVE	TRES ELEVE	

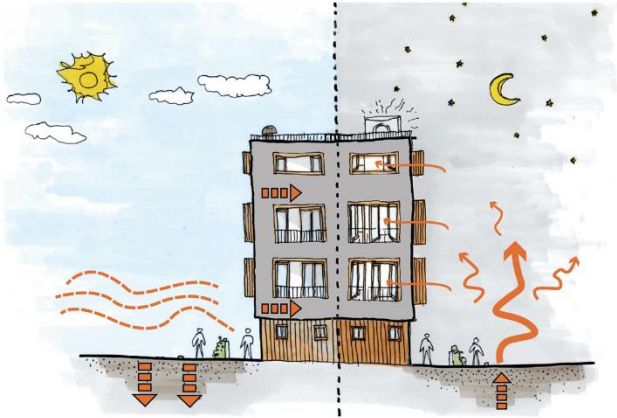


Les matériaux à fort albédo n'absorbent et ne transmettent au bâti que peu de chaleur, ils permettent ainsi de baisser la température intérieure du bâtiment de plusieurs degrés et d'améliorer le confort thermique de ses occupants. **Il est ainsi recommandé de mettre en œuvre des teintes à dominantes claires.**



#### Eviter les albédos très élevés

Parce qu'ils renvoient une grande partie des rayonnements solaires, les revêtements à fort albédo peuvent éblouir les usagers et causer une gêne. La biodiversité locale est aussi impactée par la forte réflexion de la lumière, que ce soit la faune ou la flore.



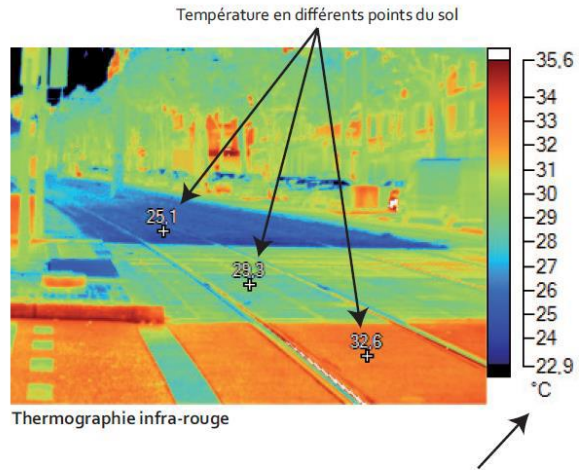
**Surfaces à albédo faible : la chaleur accumulée se ressent autant le jour que la nuit**



**Surfaces à albédo élevé : la chaleur réfléchiée n'aggrave pas la sensation de chaleur**



Photo « réelle »



Thermographie infra-rouge

Échelle de température

Mesure lors d'une journée d'été : des écarts de plus de 10 degrés selon le type de revêtement au sol

Source : Cahier#1 de l'APUR de 2012 « Îlots de Chaleur Urbains à Paris »



### Les Cool Roofs

Le Cool Roof consiste à peindre en couleur claire le toit des bâtiments. Cela permet de limiter l'absorption des rayonnements solaires directs par la toiture et d'augmenter son albédo ou pouvoir réfléchissant pour diminuer les échanges thermiques avec l'intérieur du bâtiment. Sur certaines typologies de bâtiments, 20% des consommations d'énergies sont ainsi évitées.



Source : [www.coolroof-france.com](http://www.coolroof-france.com)

## Carnet technique



Toiture terrasse minérale

Albédo 0,10 à 0,30



Toiture ardoise

Albédo 0,20 à 0,30



Toiture en tuile

Albédo de 0,30 à 0,40



Toiture en zinc

Albédo 0,55



Toiture terrasse claire

Albédo 0,70



Façade peinture / enduits /  
bardage sombre

Albédo 0,10 à 0,30



Façade aluminium

Albédo 0,35



Façade brique

Albédo 0,30 à 0,45



Façade pierre

Albédo 0,50 à 0,65



Façade peinture / enduits /  
bardage clairs

Albédo entre 0,65 et 0,85

## Référence



### RENOVATION DE BATI ANCIEN

Ravalement de façade, exposée sud, avec enduit de correction thermique à la chaux pouzzolanique. L'isolation thermique extérieure n'était pas possible car l'immeuble se situe dans le site patrimonial remarquable de Vincennes. Teinte de façade claire pour optimiser l'effet albédo.

Vincennes

crédit photo : Jérôme Andraud, L.O.K.A.

## h.2 – Favoriser l'utilisation de matériaux biosourcés et géosourcés



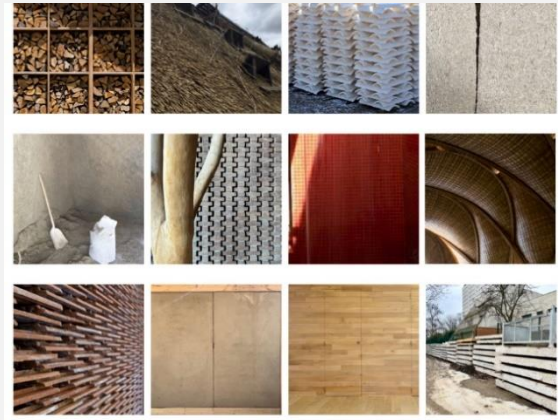
### Les matériaux biosourcés et géosourcés

Les matériaux **biosourcés** sont des matériaux issus de la **matière organique** renouvelable (biomasse) d'origine végétale ou animale : bois, chanvre, paille de blé, lin, coton recyclé, ouate de cellulose, etc.

Les matériaux **géosourcés** sont des matériaux issus de ressources **d'origine minérale**, tels que la terre crue ou la pierre sèche.

Ces matériaux ont une faible empreinte carbone, c'est-à-dire qu'ils émettent peu de gaz à effet de serre. Autre atout : ils contribuent à stocker naturellement du carbone en utilisant des ressources renouvelables.

Les matériaux biosourcés présentent des performances reconnues et leurs applications sont multiples dans le domaine du bâtiment.



source : [topophile.net](http://topophile.net)



Les matériaux biosourcés peuvent être mis en œuvre dans tous types de projets de construction, de réhabilitation ou de rénovation à neuf, quelle que soit leur taille. Il existe une grande diversité de matériaux et d'applications qui rendent l'usage des matériaux biosourcés possible. Leur intégration doit être pensée en amont du projet. Par leurs propriétés, les matériaux biosourcés offrent un confort en hiver comme en été. Ils favorisent notamment :

- Un déphasage thermique : l'été, l'entrée de la chaleur à l'intérieur du bâtiment est décalée de quelques heures par rapport au pic de chaleur de midi. Cela présente deux avantages : garder une température stable pendant les heures les plus chaudes et pouvoir évacuer le surplus de chaleur par l'ouverture des fenêtres au moment où il fait moins chaud (le soir et la nuit),
- Une régulation de l'hygrométrie permettant d'amortir les variations du taux d'humidité d'une pièce. Les matériaux biosourcés permettent d'absorber l'humidité en excès, en la stockant, et de la restituer lorsque l'atmosphère devient plus sèche. Un bon taux d'humidité dans l'air apporte une sensation de confort thermique aux usagers d'un bâtiment.



### Raisonner en coût global




















Les matériaux de construction biosourcés ont généralement un impact réduit sur le coût final d'un projet, notamment parce qu'ils n'en représentent qu'une part limitée. Il importe de raisonner en coût global pour une opération, en intégrant les coûts directs liés à l'investissement, mais aussi les frais engendrés lors de l'exploitation et de la maintenance, ainsi que ceux relatifs à la déconstruction. L'usage des matériaux biosourcés permettra de réaliser des économies de chauffage et de climatisation durant la phase d'exploitation.

## Carnet technique

### Les matériaux à base de biosourcés se retrouvent dans tous les lots de la construction

Les matériaux biosourcés couvrent une large gamme de produits et trouvent de multiples applications dans le domaine du bâtiment et de la construction : structure (structure porteuse, façade, dalle, charpente...), traitement d'enveloppe (couverture, isolation, menuiseries extérieures...) et second œuvre (cloison, revêtements de sol / mur / plafond, menuiseries intérieures...).

A toutes les étapes du projet, il est recommandé de recourir à des acteurs formés aux matériaux biosourcés : architecte, bureau d'étude, bureau structure (en cas de structure bois), entreprises, etc.

<b>Structure</b> (séparatifs verticaux et horizontaux, éléments de maçonnerie, poteaux-poutres, éléments préfabriqués,...)								
<b>Façade</b> (Bardage)								
<b>Isolant</b> (ITI, ITE, répartie,...)								
<b>Revêtement</b> (Sols souples et durs, murs, peinture)								
<b>Menuiserie int/ext</b> (Fenêtres, portes, escalier,...)								
<b>Cloisonnement/ doublage</b>								
<b>Couverture, étanchéité</b>								
	<b>Bois</b>	<b>Paille</b>	<b>Fibre de bois</b>	<b>Lin</b>	<b>Ouate de cellulose</b>	<b>Liège</b>	<b>Coton</b>	<b>Chanvre</b>

source : Hub des prescripteurs bas carbone- IFPEB

## Référence



### CONSTRUCTION NEUVE

Le Haut Bois est un bâtiment collectif de grande hauteur (9 niveaux) de 56 logements locatifs sociaux. Ce bâtiment passif à structure bois favorise les matériaux biosourcés.

Grenoble, le Haut Bois

source AURG



### RENOVATION DE BATI

Exemple de rénovation au Sappey-en-Chartreuse, avec des matériaux bio-sourcés (laine de bois) dans le cadre du dispositif Mur Mur de Grenoble-Alpes Métropole.

Crédit photo : Grenoble Alpes Métropole



# Performance énergétique de la conception du bâti

*Orientation bioclimatique concernée :  
14 Limiter les déperditions thermiques du bâti*

## POURQUOI ?

Le forme du bâti et sa composition constituent des variables permettant de réduire les déperditions de chaleur, d'optimiser l'éclairage naturel, réduire les coûts énergétiques et d'améliorer la performance thermique. La recherche de compacité est un aspect clé de la conception énergétique globale à coupler avec d'autres facteurs, tels que l'orientation, les matériaux de construction ou encore la capacité des constructions à proposer des logements traversants.

## COMMENT ?


### i.1 – Favoriser la compacité du bâti



L'inertie thermique d'une construction dépend directement de la surface de déperdition. **Plus le bâtiment est compact, moins il y a de surface déperditive pour une surface intérieure donnée.** La compacité d'un bâtiment correspond au rapport entre son volume et sa surface extérieure.



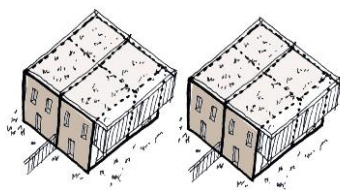
L'optimisation des volumes n'est pas contraire à la diversité architecturale, que ce soit dans la configuration des formes ou dans la composition des façades (corniches, proportions, rythme des ouvertures...).


$$\text{Coefficient de compacité d'un bâtiment} = \frac{\text{Volume du bâtiment}}{\text{Surface extérieure du bâtiment}}$$

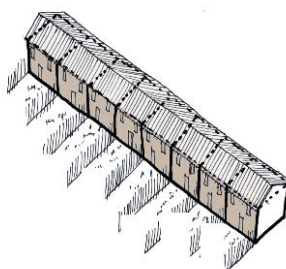
Optimum de compacité  
coef. 100



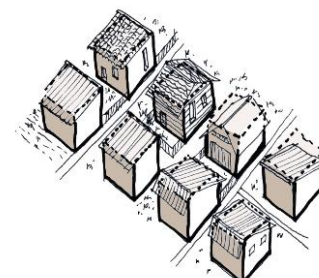
+ 33% de surfaces déperditives  
coef. 133



+ 42% de surfaces déperditives  
coef. 142



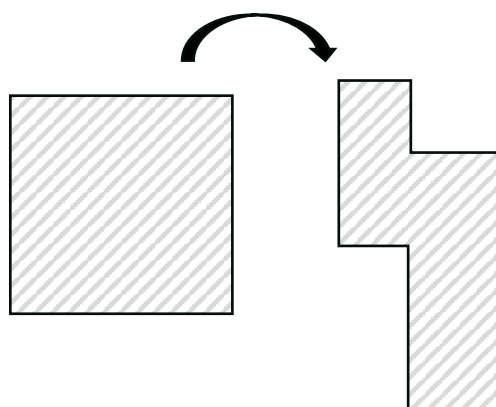
+ 100% de surfaces déperditives  
coef. 200



Coefficient de compacité et formes architecturales : exemple de 8 logements

Les décrochés de façades, les toits enchevêtrés sur plusieurs plans, les formes de maisons en "U" ou en "L", surtout de plain-pied, seront autant de points faibles au niveau compacité. A système constructif équivalent ils ne pourront être compensés thermiquement que par des surcoûts d'isolations ou d'équipements.

+23% de surfaces déperditives



## Référence



### PROJET NEUF

Accoler des constructions permet globalement de réduire d'environ 30% les surfaces de déperditions de l'ensemble du projet (55% pour les constructions au centre et 20% pour les constructions en « bout de bande »)

*Maisons en bande à Jarrie*

source AURG



### PROJET NEUF

Encastrer la construction dans le sol permet de bénéficier de l'inertie du sol pour une partie des façades.

*Maison dans la pente au Gua*

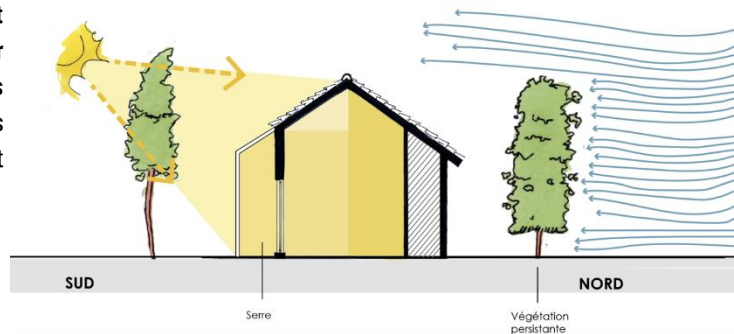
source AURG



## i.2 – Aménager des espaces tampon



Les espaces tampons bioclimatiques agissent comme des zones intermédiaires entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment contribuant à réguler les conditions thermiques et à minimiser l'impact des variations climatiques, améliorant ainsi le confort thermique des occupants.



Des espaces tampons bioclimatiques

### Référence

#### EXTENSION DE L'EXISTANT

Une extension sous forme d'une véranda bioclimatique crée un espace tampon en façade sud de la maison. La circulation d'air est gérée par des extracteurs et des mouvements d'air. En été, un brise-soleil extérieur et la végétation permettant de limiter la surchauffe.

*Mezieu, maison individuelle -  
Claire Mazzolini architecte  
Crédit photo : OArchitectes*



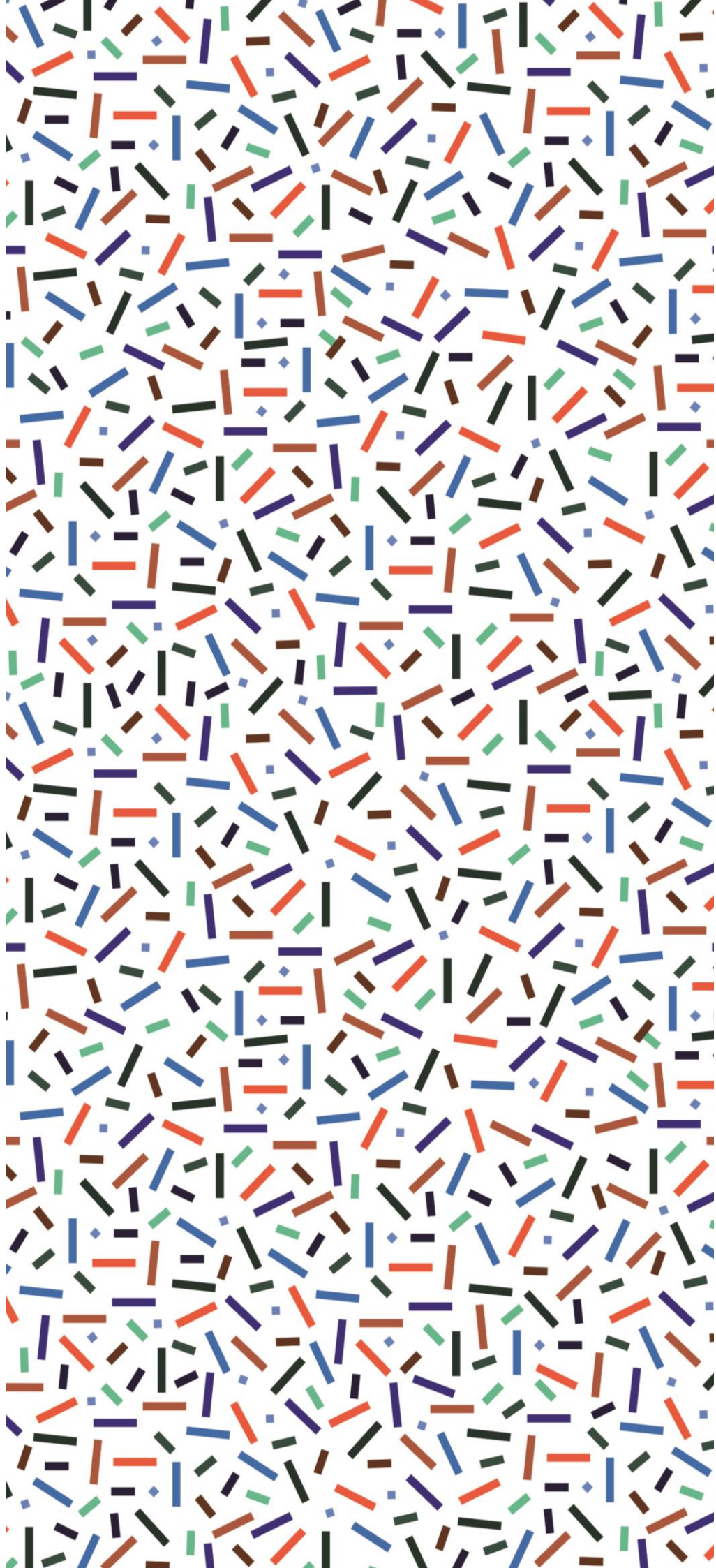
AVANT  
source google street view



APRES  
Source : ArthurPequin – Université de Bordeaux

#### INTERVENTION SUR L'EXISTANT

Dans le cadre de l'Opération Campus Bordeaux, 6 bâtiments ont été dotés d'une enveloppe thermique, une "double peau" composée de modules de verre sur les façades. Des ventelles hautes et basses s'ouvrent et se ferment selon le besoin de chauffer ou de refroidir.



**GRENOBLEALPES  
MÉTROPOLE**

**L'AGENCE**  
D'URBANISME DE LA RÉGION GRENOBLOISE



Plan Local d'Urbanisme Intercommunal  
Grenoble-Alpes Métropole

**GRENOBLE-ALPES MÉTROPOLE**  
Le Forum  
3 rue Malakoff  
38 031 Grenoble cedex 01

**grenoblealpesmetropole.fr**

Identité : [www.studioplay.fr](http://www.studioplay.fr)