IAUR

Changement climatique : quelles solutions d'adaptation pour le territoire métropolitain ?

Mardi 11 février 2020
Rennes

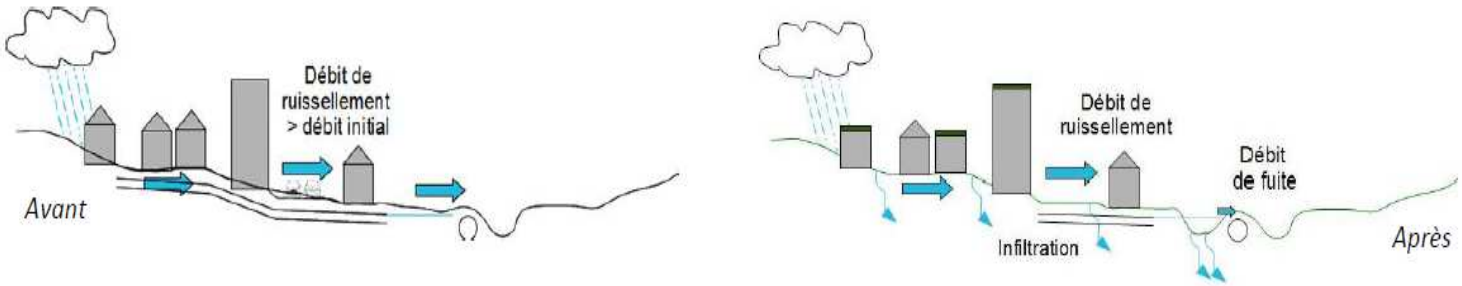
METROPOLE Rennes

1) **Réflexions climat / énergie intégrées au PLUi**

2) **Le coefficient de végétalisation**

1) Réflexions climat / énergie intégrées au PLUi

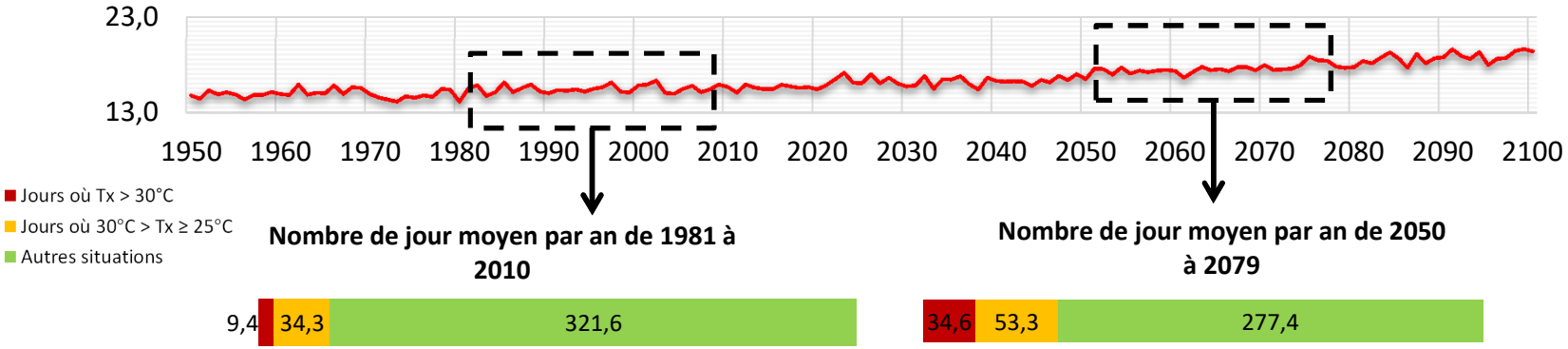
L'objectif : une ville perméable et végétale : « éviter, réduire, compenser »



- Limiter l'imperméabilisation des sols et les rejets
- Favoriser les surfaces perméables et végétales et les les capacités de rafraîchissement
- Renforcer la continuité et la diversité de la trame verte (espaces publics et privés , 3 strates)
- Compenser l'urbanisation, en favorisant l'infiltration et les techniques alternatives

- Le milieu et ses sensibilités
  - ▷ La poursuite du réchauffement en toutes saisons

Evolution de la température maximale moyenne (°C)
à Rennes de 1950 à 2100
simulée par le modèle ARPEGE [A1B]



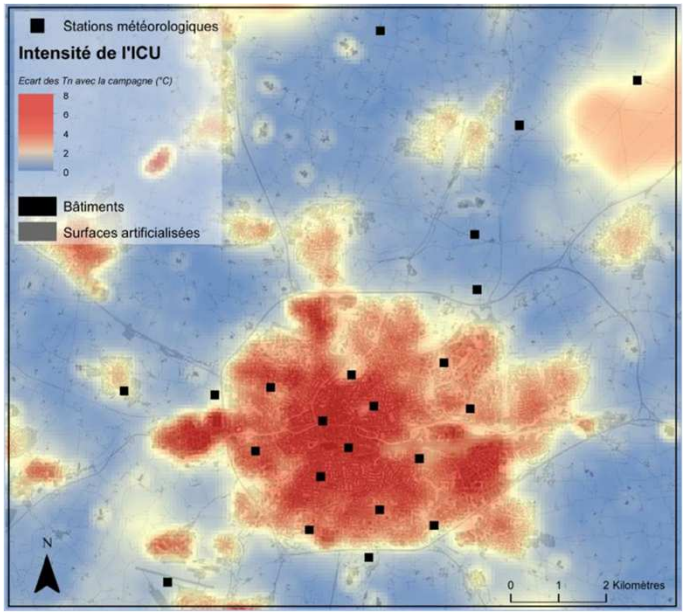
Source : Météo France, CERFACS / LETG Costel – Foissard X., 2015 - Rennes

A l'horizon 2050 :

- ▶ Triplement des jours > 30°C
- ▶ Quasi doublement des jours > 25°C

→ Anticiper l'augmentation des températures pour imaginer la ville de demain

→ Etudier le phénomène d'Ilôt de Chaleur Urbain (ICU)



- Modèle ARPEGE GIEC 2017 **A1B** : scenario médian
  - croissance rapide de la population compensée par un équilibre entre les énergies fossiles et des autres énergies (nucléaire et renouvelables)
  - émergence de nouvelles technologies plus efficaces.

Considéré comme le plus probable, il a servi de base à de nombreux projets de recherche mais est **en passe d'être définitivement écarté**

- Adaptation au changement climatique – Les enjeux

▷ Les enjeux sociaux :

- Amélioration du cadre de vie et rapprochement social grâce à des espaces publics = lieux de ressourcement, de rencontre (végétation, sols perméables, évapotranspiration)
- Participation citoyenne (embellissons nos murs, permis de végétaliser, etc…. ?)
- Equilibre social des quartiers : traitement des points sensibles de la ville

▷ Les enjeux environnementaux :

- Limiter le réchauffement de la ville, accompagner / anticiper le changement climatique
- Privilégier des matériaux adaptés (vigilance concernant l'albédo)
- Gérer les eaux pluviales (gestion des inondations sans surdimensionnement réseaux, assurer présence d'eau lors des pics de chaleur pour maintenir fonction d'évapotranspiration de la végétation)
- Eviter les effets de canyon urbain (travail sur les morphologies urbaines)

▷ Les enjeux économiques :

- Maintenir l'attractivité de la ville en période estivale
- Maîtriser les coûts de gestion pour la collectivité

▷ Les enjeux de santé publique :

- Garantir des conditions de vie et de travail lors des pics de chaleur
- Eviter la prolifération de maladies ou d'agents pathogènes (plantes allergènes, stagnation eaux favorable aux insectes – question du stockage de l'eau)

- Le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU)
  - ▷ Pour comprendre - une étude du tissu urbain :

La classification Local Climate Zones (LCZ) de Iain D. Stewart et Timothy R. Oke

Built types	Definition	Land cover types	Definition
1. Compact high-rise	Dense mix of tall buildings to tens of stories. Few or no trees. Land cover mostly paved. Concrete, steel, stone, and glass construction materials.	A. Dense trees	Heavily wooded landscape of deciduous and/or evergreen trees. Land cover mostly pervious (low plants). Zone function is natural forest, tree cultivation, or urban park.
2. Compact midrise	Dense mix of midrise buildings (3–9 stories). Few or no trees. Land cover mostly paved. Stone, brick, tile, and concrete construction materials.	B. Scattered trees	Lightly wooded landscape of deciduous and/or evergreen trees. Land cover mostly pervious (low plants). Zone function is natural forest, tree cultivation, or urban park.
3. Compact low-rise	Dense mix of low-rise buildings (1–3 stories). Few or no trees. Land cover mostly paved. Stone, brick, tile, and concrete construction materials.	C. Bush, scrub	Open arrangement of bushes, shrubs, and short, woody trees. Land cover mostly pervious (bare soil or sand). Zone function is natural scrubland or agriculture.
4. Open high-rise	Open arrangement of tall buildings to tens of stories. Abundance of pervious land cover (low plants, scattered trees). Concrete, steel, stone, and glass construction materials.	D. Low plants	Featureless landscape of grass or herbaceous plants/crops. Few or no trees. Zone function is natural grassland, agriculture, or urban park.
5. Open midrise	Open arrangement of midrise buildings (3–9 stories). Abundance of pervious land cover (low plants, scattered trees). Concrete, steel, stone, and glass construction materials.	E. Bare rock or paved	Featureless landscape of rock or paved cover. Few or no trees or plants. Zone function is natural desert (rock) or urban transportation.
6. Open low-rise	Open arrangement of low-rise buildings (1–3 stories). Abundance of pervious land cover (low plants, scattered trees). Wood, brick, stone, tile, and concrete construction materials.	F. Bare soil or sand	Featureless landscape of soil or sand cover. Few or no trees or plants. Zone function is natural desert or agriculture.
7. Lightweight low-rise	Dense mix of single-story buildings. Few or no trees. Land cover mostly hard-packed. Lightweight construction materials (e.g., wood, thatch, corrugated metal).	G. Water	Large, open water bodies such as seas and lakes, or small bodies such as rivers, reservoirs, and lagoons.
8. Large low-rise	Open arrangement of large low-rise buildings (1–3 stories). Few or no trees. Land cover mostly paved. Steel, concrete, metal, and stone construction materials.	**VARIABLE LAND COVER PROPERTIES**	Variable or ephemeral land cover properties that change significantly with synoptic weather patterns, agricultural practices, and/or seasonal cycles.
9. Sparsely built	Sparse arrangement of small or medium-sized buildings in a natural setting. Abundance of pervious land cover (low plants, scattered trees).	*b. bare trees*	Leafless deciduous trees (e.g., winter). Increased sky view factor. Reduced albedo.
		s. snow cover	Snow cover >10 cm in depth. Low admittance. High albedo.
10. Heavy industry	Low-rise and midrise industrial structures (towers, tanks, stacks). Few or no trees. Land cover mostly paved or hard-packed. Metal, steel, and concrete construction materials.	*d. dry ground*	Parched soil. Low admittance. Large Bowen ratio. Increased albedo.
		w. wet ground	Waterlogged soil. High admittance. Small Bowen ratio. Reduced albedo.

➤ La modélisation du phénomène d'ICU

➤ La déclinaison de typologies urbaines, les « Local Climate Zone » (LCZ)

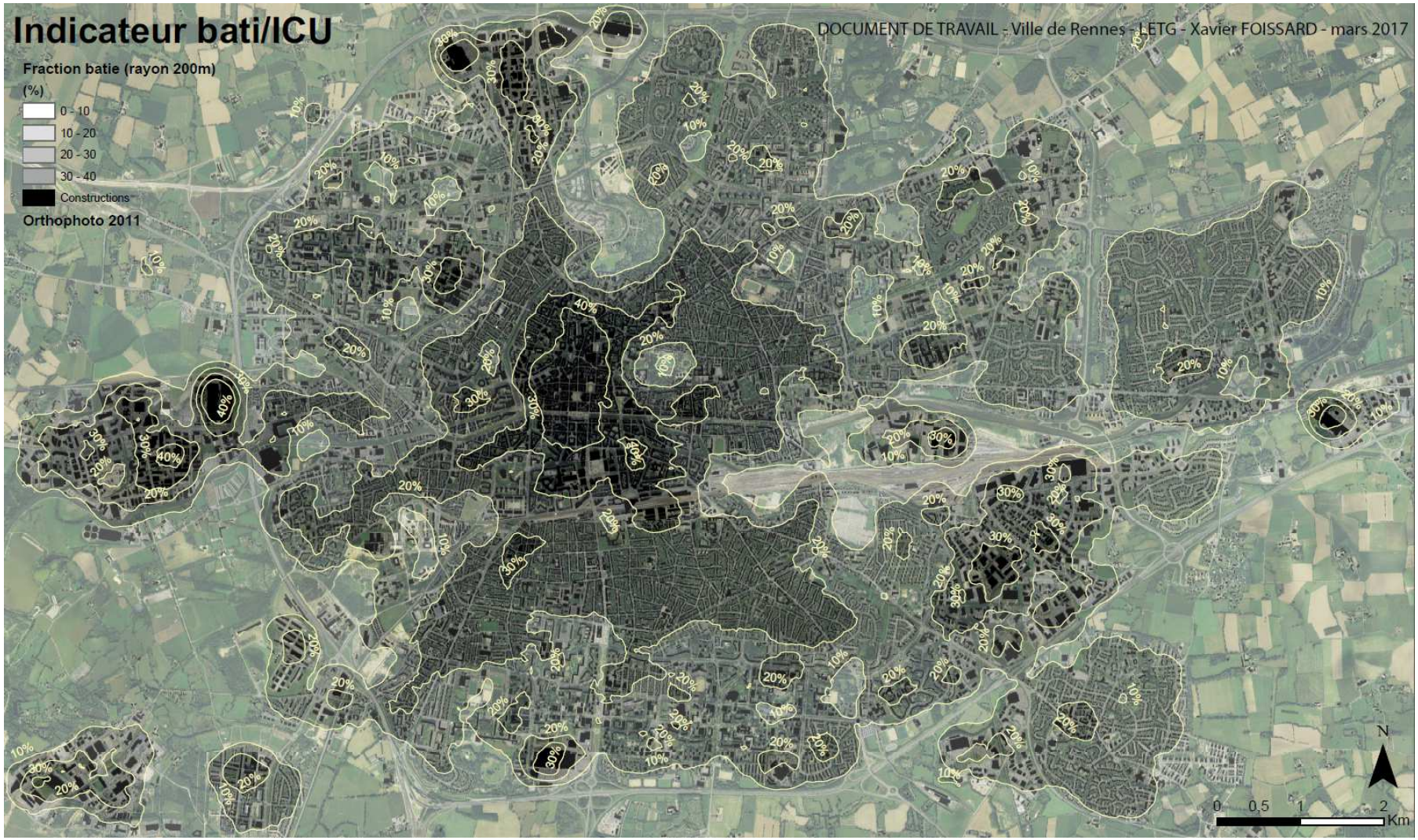
Local Climate Zone (LCZ) = zone ayant des caractéristiques spécifiques du point de vue de « l'occupation du sol, morphologie urbaine, des matériaux urbains et du métabolisme urbain, et dont le diamètre est supérieur ou égal à 400 mètres » (Leconte, 2014).

Chaque typologie de microclimat issu de l'identification des LCZ possède un comportement climatique qui lui est propre.

➤ Pour comprendre, réalisation de cartes thématiques

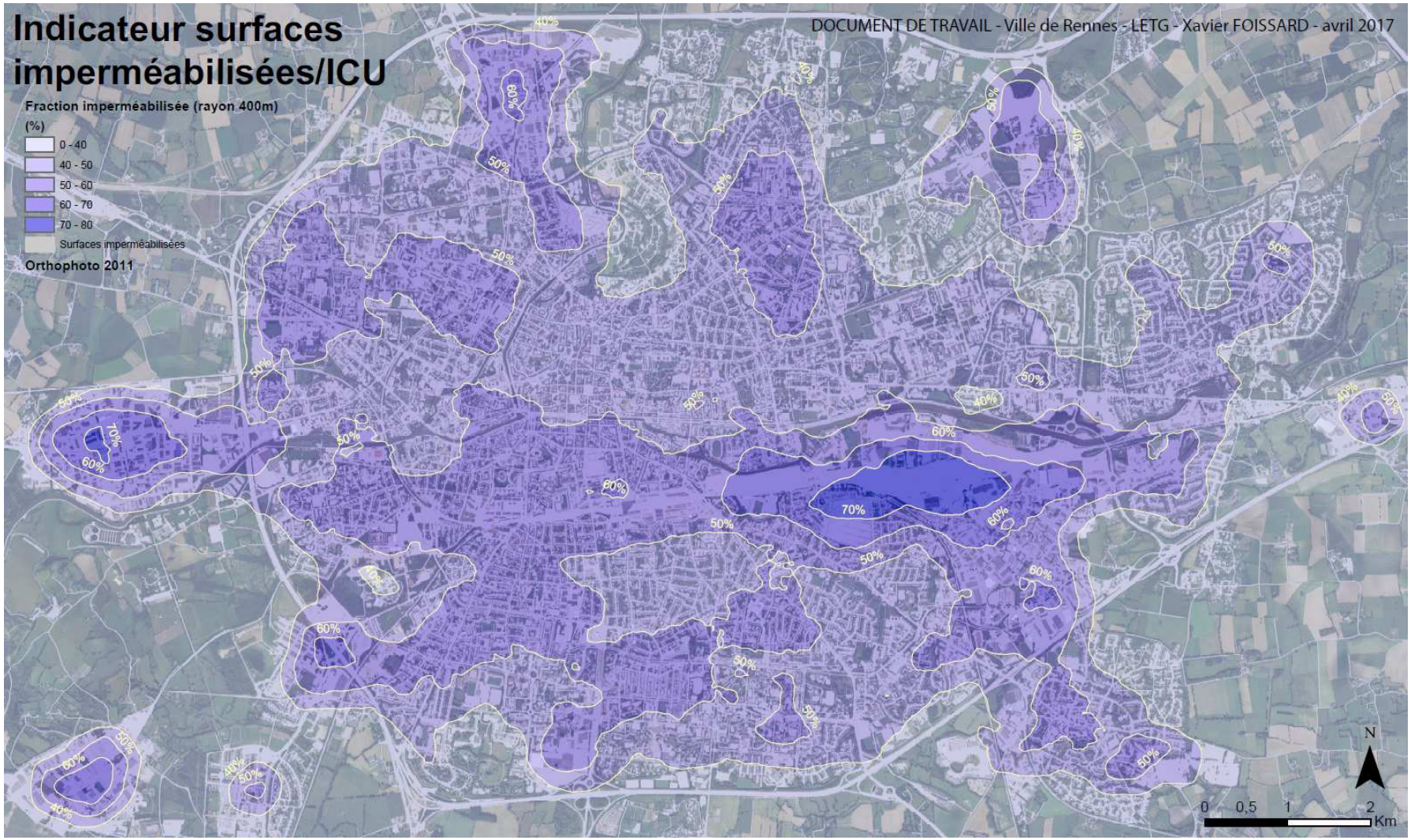
- part de bâti
- part de surfaces imperméabilisées
- part de « Sky View Factor » (= « emprise au ciel »)
- part de végétalisation
- synthèse

- Le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) – Carte « part de bâti »



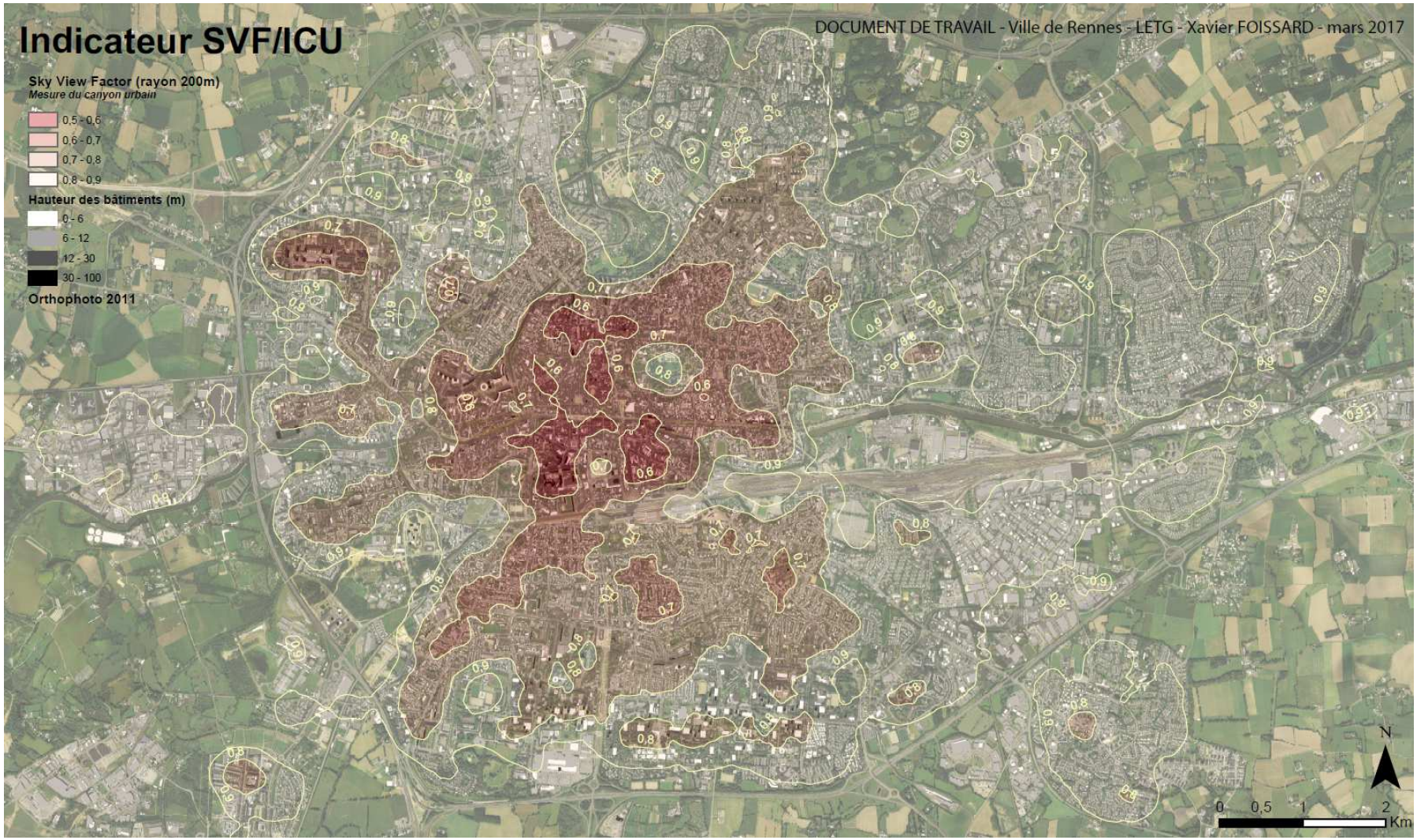
Source : LETG Costel – Foissard X., 2015 - Rennes

- Le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) – Carte « part de surfaces imperméabilisées »



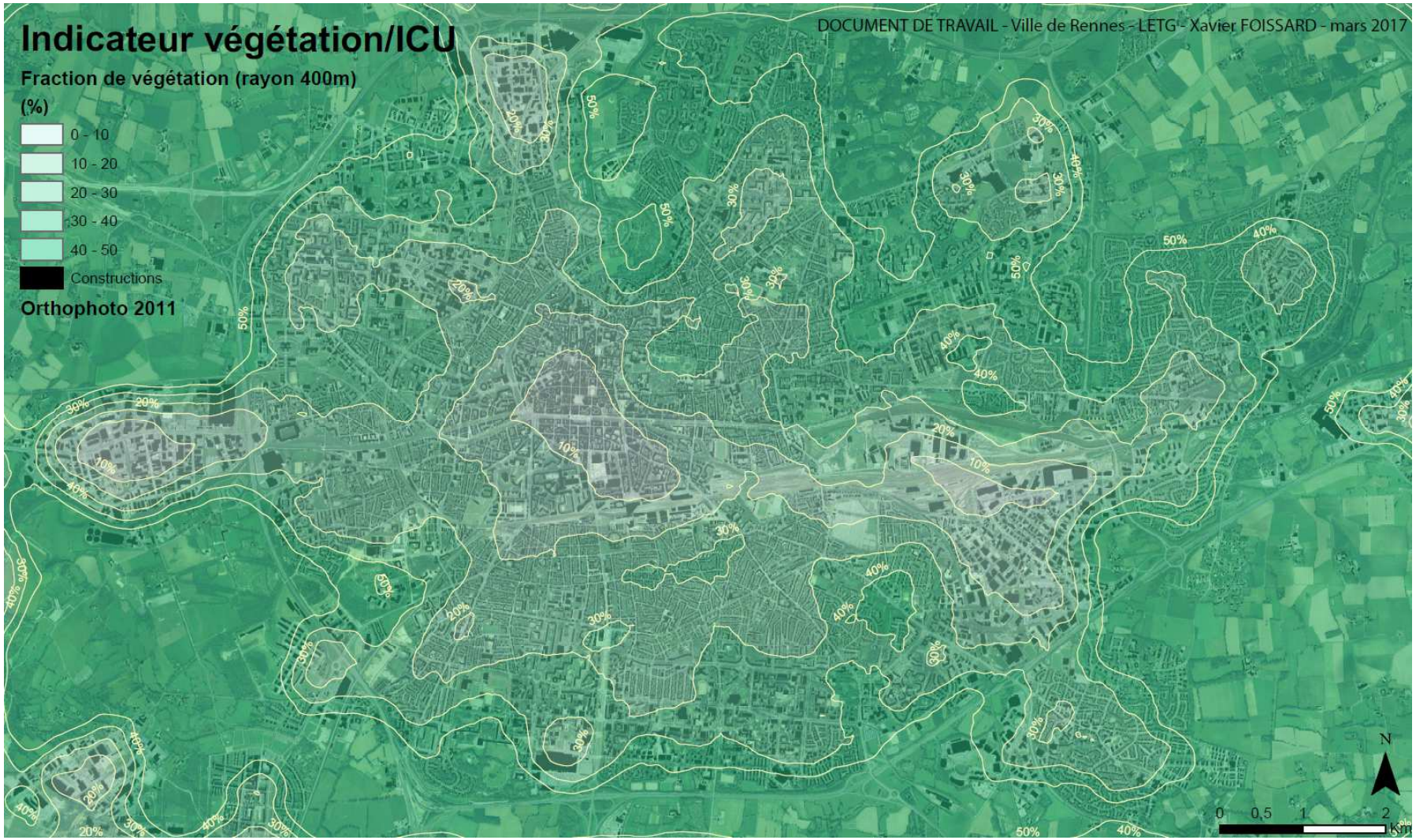
Source : LETG Costel – Foissard X., 2015 - Rennes

- Le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) – Carte « part de Sky View Factor (SVF) »



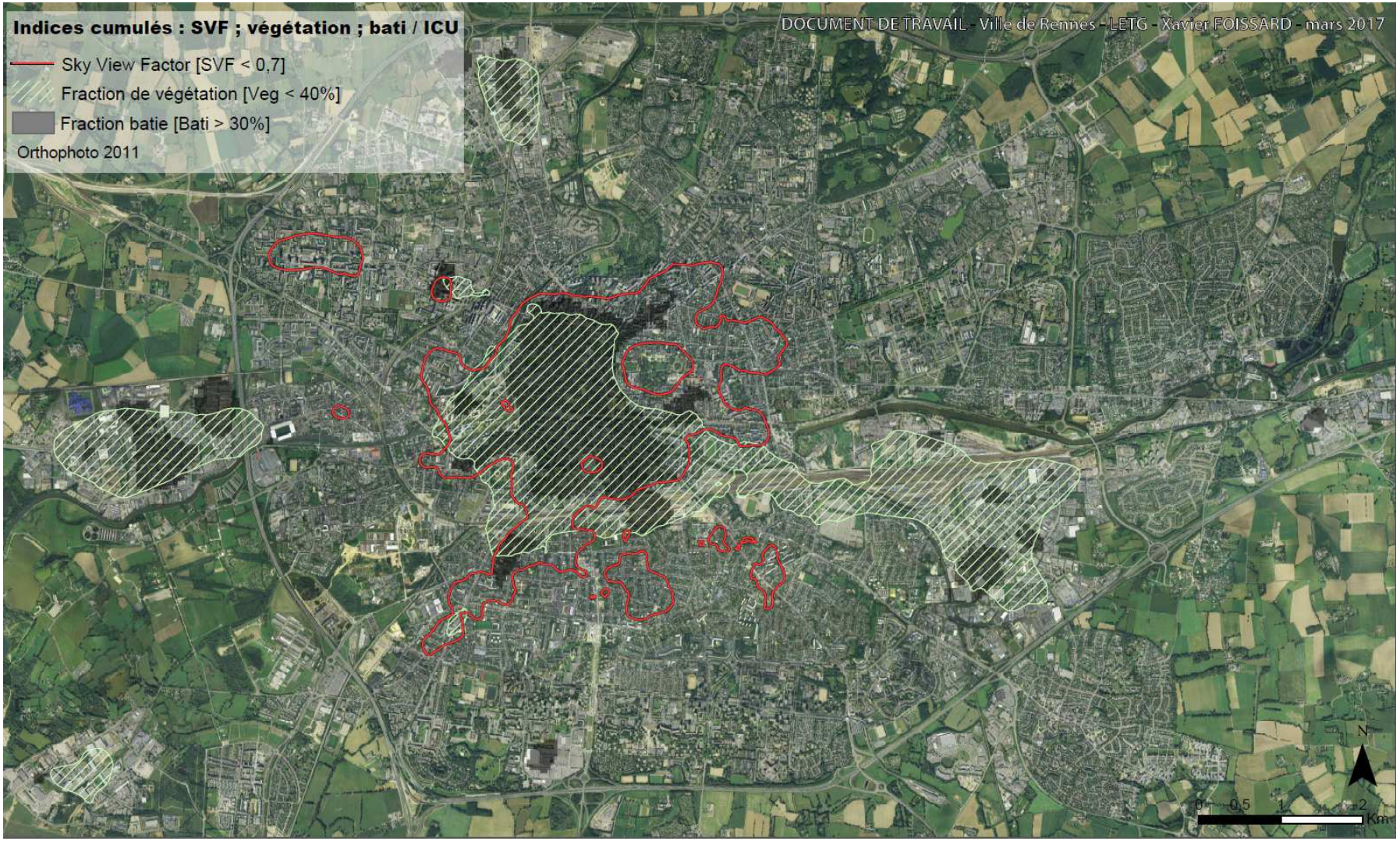
Source : LETG Costel – Foissard X., 2015 - Rennes

- Le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) – Carte « part de végétalisation »



Source : LETG Costel – Foissard X., 2015 - Rennes

- Le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU) – Carte « synthèse »



Source : LETG Costel – Foissard X., 2015 - Rennes

- L'Ilot de Chaleur Urbain

▷ Pour agir – des leviers :

- Réduire le **stockage de chaleur**

  → réflexion sur les matériaux, propriétés, teintes

  → création d'ombrages (masques architecturaux ou végétalisés)

- Améliorer la **ventilation**

  → gabarits des constructions (hauteurs, éviter effet canyon)

  →dimensionnement espaces publics

  → prise en compte des vents dominants

- Augmenter les **sources de chaleur latente**

  → réflexion sur les matériaux, propriétés, teintes

  → création d'ombrages (masques architecturaux ou végétalisés)

▷ **Espaces publics :**
composition, matériaux, présence de végétation (arbres d'alignement, parcs) et d'eau

▷ **Espaces privés :**
végétalisation des cœurs d'îlots (= jardins linéaires)
présence de pleine terre, présence d'arbres arbres d'alignements
capacité d'infiltration de l'eau

Grande et petite trame vertes

Source : AUDIAR

- Enjeux du PLUi

▷ Créer les conditions d'un confort d'usage de la ville et de performance environnementale et énergétique à coût maîtrisé (végétalisation et bioclimatisme)

▷ Préparer le territoire et ses acteurs à la RT 2020 (énergies renouvelables, confort été, matériaux et procédés bas carbones)

▷ Donner de la valeur ajoutée aux bâtiments et éviter les bâtiments rapidement obsolètes

- 5 clefs de lecture à décliner dans le PLUi ⇨ OAP « Santé, climat, énergie »

Confort d'hiver et performance énergétique (conception bioclimatique)

- **Bénéficier d'apports solaires gratuits en hiver** (lumière, chaleur)
  Favoriser la captation d'apports solaires pour les espaces intérieurs des bâtiments
- **Réduire les besoins énergétiques** (chaleur, lumière)
  Minimiser les déperditions thermiques de l'enveloppe bâtie
  Réduire les besoins locaux en énergie

Confort d'été (confort d'usage des bâtiments et des espaces extérieurs)

- **Se protéger de la chaleur** (limiter le phénomène d'Îlot de Chaleur Urbain - ICU)
  Réduire l'exposition au rayonnement solaire et le stockage de la chaleur
- **Rafraîchir**
  Tirer parti de la ventilation naturelle (vents d'été) et renforcer la ventilation contrôlée des bâtiments
  Renforcer la présence de végétation et d'eau

Modes de production énergétiques

- Favoriser l'implantation de **systèmes de production énergétique** et **l'utilisation d'énergies renouvelables et/ou de récupération**
- Favoriser les **filières énergétiques locales** (étude d'approvisionnement énergétique, SDRC)
- Assurer la flexibilité du **mode d'approvisionnement énergétique**

Santé / bien-être

- Air extérieur extérieur / intérieur ; réhabilitation du bâti (matériaux biosourcés, performance thermique) ; modes actifs ; gestion des eaux (pluviales) ; qualité d'usages des espaces publics (matériaux / albédo)

Accessibilité et stationnement

- Mobilités alternatives : modes actifs ; véhicules propres ; changements de comportement ; nouveaux usages

• Une Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) « Santé, climat, énergie »

1. Vers un urbanisme favorable à la santé

- **Orientation 1 :** Limiter l'exposition des populations aux **nuisances atmosphériques et sonores**
- **Orientation 2 :** Prévenir des risques et nuisances / assurer la gestion du réseau des **lignes Hautes Tensions (HT) – Très Hautes Tensions (THT)** dans les zones de vigilance
- **Orientation 3 :** Prendre en compte **la pollution des sols** dans les projets d'aménagement et de construction
- **Orientation 4** : Limiter les risques / Appliquer des dispositions constructives adaptées aux différents **mouvements de terrain**
- **Orientation 5** : Limiter les **émissions de radon** dans les constructions
- **Orientation 6 :** Développer **les démarches d'Urbanisme Favorable à la Santé** dans les projets d'aménagement

2. Vers un urbanisme qui prend en compte les enjeux climatiques et énergétiques

- **Orientation 1 :** améliorer le **confort d'hiver** (*apports solaires, bâtiments économes, confort thermique et qualités sanitaires intérieurs*)
- **Orientation 2 :** améliorer le **confort d'été** (*Ilot de Chaleur Urbain, rafraîchissement*)
- **Orientation 3 :** renouveler les **modes de production énergétique** (*énergies renouvelables, filières locales, maîtrise des émissions polluantes*)
- **Orientation 4 :** intégrer la **végétalisation** (*confort thermique des espaces urbains*) et prendre en compte le **cycle de l'eau** (*imperméabilisation, gestion des eaux pluviales, économie ressource en eau*)
- **Orientation 5** : améliorer la qualité de vie et la **santé** et réduire les **nuisances urbaines** (*exposition aux polluants atmosphériques et aux nuisances sonores*)
-
- **Orientation 6** : réduire l'**impact carbone** des aménagements

- Des principes généraux déclinés dans l'OAP métropolitaine

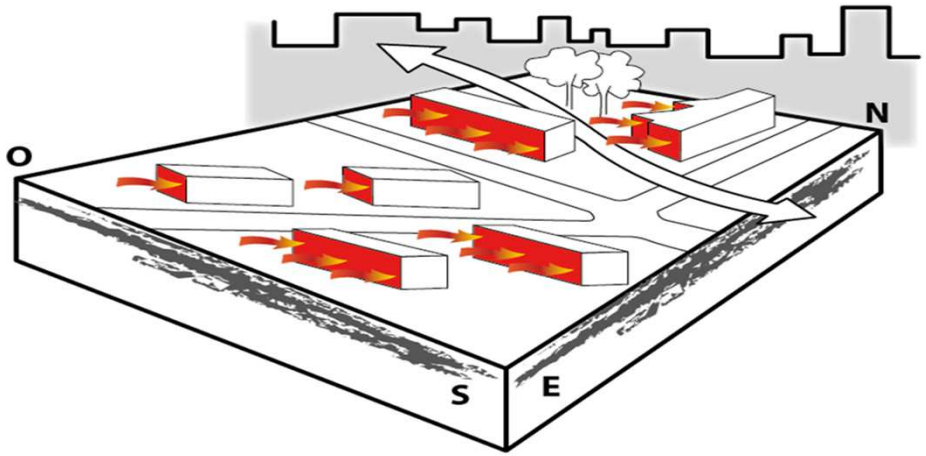
1ère échelle : Recommandations en matière de composition urbaine ou d'espaces publics

Confort d'hiver

Favoriser les apports solaires passifs (façades / ouvertures au sud)

Favoriser la mitoyenneté et la compacité du bâti

Se protéger des vents hivernaux dominants



Modes de production énergétiques

Privilégier les systèmes de production d'énergie renouvelables dans les opérations d'aménagement

Renforcer les études EnR dans les opérations d'aménagement

Favoriser la constructibilité à proximité des réseaux de chaleur

Protéger / exploiter le bois bocage

Confort d'été

Favoriser la circulation de l'air (profiter des vents estivaux dominants)

Augmenter l'**albédo** (matériaux, couleurs, hétérogénéité des hauteurs)

Favoriser la **perméabilité des espaces** (désimperméabilisation, végétation) - espaces de stationnement

Favoriser la présence de végétation (ombrage)

Source : Petit manuel de conception durable – Françoise-Hélène Jourda

- Des principes généraux déclinés dans l'OAP métropolitaine

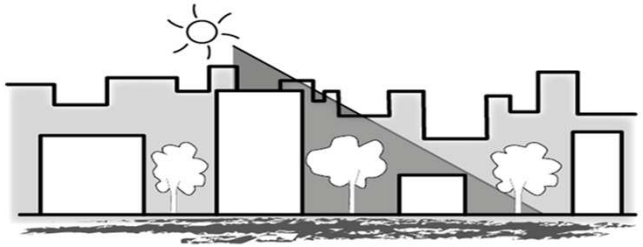
2ème échelle : Recommandations en matière d'organisation parcelles / bâti

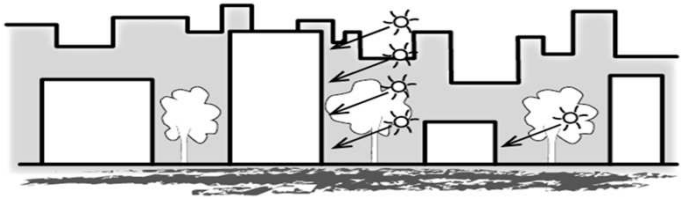
Confort d'hiver

Favoriser les apports solaires passifs (orientation +/- 35° par rapport au sud)

Limiter les effets de masque (végétation caduque, implantations et gabarits du bâti)

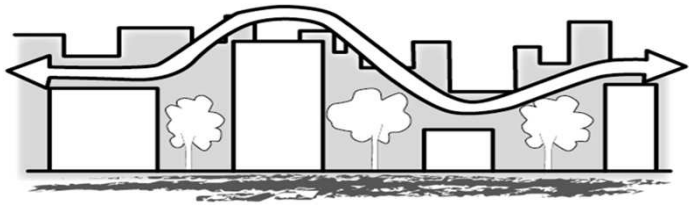
Favoriser une durée minimale d'ensoleillement





Modes de production énergétiques

Favoriser les systèmes de production d'EnR (orientation / pente toitures)



Confort d'été

Définir un **coefficient de végétalisation** (bande de pleine terre, surfaces éco-aménageables)

Privilégier / imposer des clôtures perméables (circulation vents / biodiversité)

Source : Petit manuel de conception durable – Françoise-Hélène Jourda

- Des principes généraux déclinés dans l'OAP métropolitaine

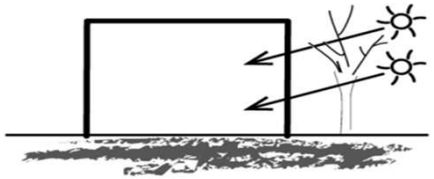
3ème échelle : Recommandations en matière de bâti

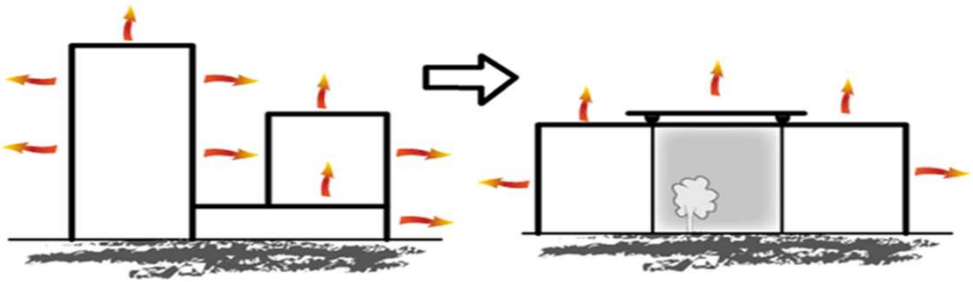
Confort d'hiver

Rechercher la compacité du bâti

Favoriser l'isolation thermique par l'extérieur (15 cm / 30 cm ?)

Favoriser les toitures végétalisées





Modes de production énergétiques

Eviter la climatisation pour les bureaux

Favoriser les matériaux bio-sourcés (label ? Anticipation RT 2020 ?)

Favoriser les systèmes de production d'EnR (attention ombres portées)

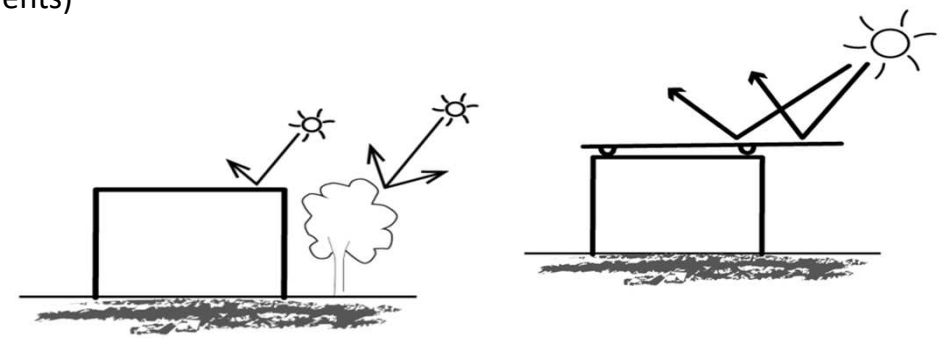
Favoriser pentes de toits (entre 30° et 60°) pour solaire thermique et photovoltaïque (autoconsommation)

Confort d'été

Favoriser la circulation de l'air (double orientation des logements)

Autoriser les débords de toiture et les protections solaires

Favoriser les **toitures végétalisées** et les **bassins**



Source : Petit manuel de conception durable – Françoise-Hélène Jourda

- Principes déclinés dans le règlement

Permettre l'isolation par l'extérieur (jusqu'à 50 cm en façades ou toitures) et les **dispositifs destinés à économiser l'énergie** (logements traversants pour une meilleure luminosité) **et à produire de l'énergie renouvelable** (panneaux solaires, éoliennes, toitures végétalisées, etc.)

Intégration d'un système de production d'énergie renouvelable ou de végétalisation (commerces, locaux industriels ou artisanal, entrepôts, hangars non ouverts au public, parcs de stationnement couverts accessibles au public > 1 000 m²)

Bonus de constructibilité (surélévation) est instauré pour les constructions existantes faisant l'objet d'une rénovation thermique (cible : copropriétés notamment – zone UC2)

Coefficient de végétalisation dans le cadre de la modération de l'Ilot de Chaleur Urbain et de la recherche d'une ville perméable

2) Le coefficient de végétalisation

• Adaptation changement climatique – Les outils

Par la création d'un nouvel outil, le **coefficient de végétalisation** qui agit sur :

Le réchauffement en secteur bâti

- Favoriser le rafraîchissement ; renforcer la végétation
- Privilégier la végétation haute ou arbustive ; pleine terre
- Préconiser une végétation adaptée aux variations de température
- Favoriser la présence de végétation sous différentes formes (jardin, toitures, murs)

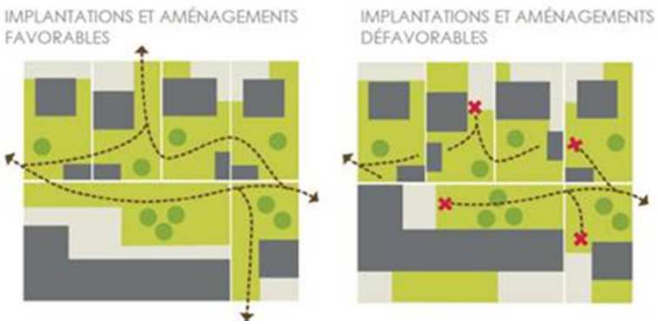
Lutte contre l'îlot de chaleur urbain

La gestion de l'eau

- Limitation de l'imperméabilisation des sols ; favoriser la pleine terre
- Limitation du rejet d'eaux de ruissellement dans les réseaux (coûts d'aménagement et d'entretien des réseaux)
- Infiltration des eaux à la parcelle (respect réglementation et alimentation de la végétation)
- Recherche stockage eaux à la parcelle pour constitution réserves ?

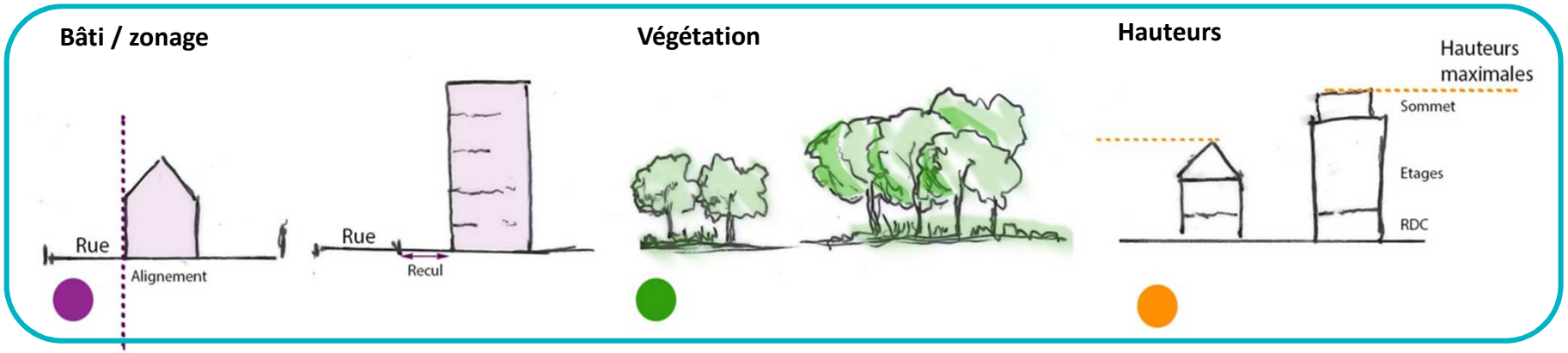
La préservation de la biodiversité

- Favoriser des conditions favorables à une végétation diversifiée (3 strates: herbacée, arbustive, arborée) ; pleine terre
- Renforcer la continuité de la trame verte sur l'espaces public et sur les espaces privés ; préservation des cœurs d'îlots
- Renforcer les perméabilités entre les parcelles ; perméabilité des clôtures

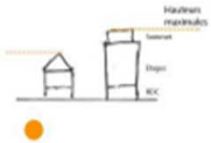


VILLE DE SAINT-JACQUES-DE-LA-LANDE

- Un tryptique pour encadrer les formes urbaines



Des règles d'implantation par rapport aux voies et aux limites latérales par zone



Des règles de définition d'application de la hauteur des constructions

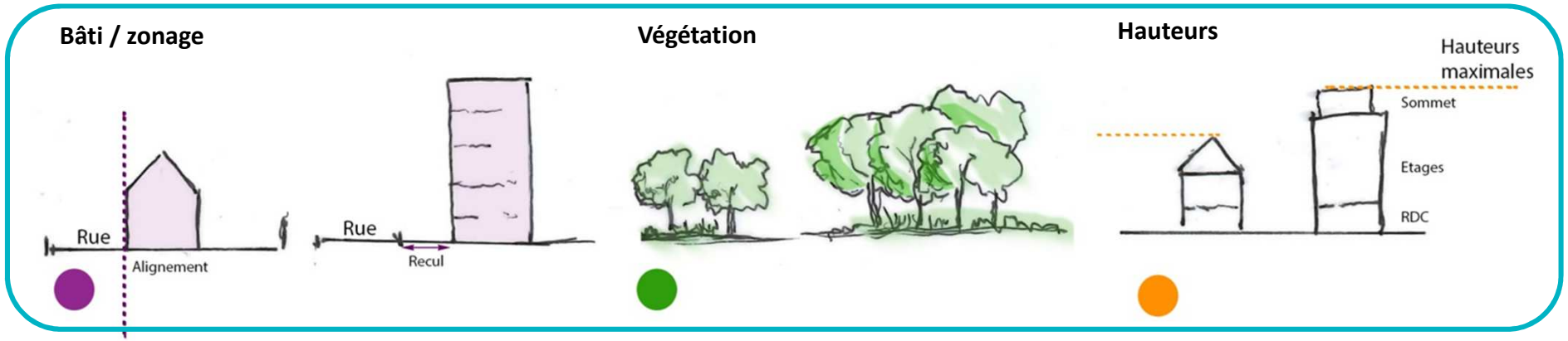
Un plan de zonage avec des constructibilités différentes

Il réglemente l'implantation des constructions selon l'ambiance urbaine choisie et localise les lieux de projets opérationnels.

Un plan des hauteurs

Il réglemente la hauteur maximale des constructions sans être obligé de suivre les limites de zone.

- Un tryptique pour encadrer les formes urbaines



Des règles de définition d'application du coefficient de végétalisation

Un plan de coefficient de végétalisation

Il réglemente le pourcentage attendus des espaces verts ou semi-perméables dans les projets sans être obligé de suivre les limites de zone.
Il inverse la logique de l'outil « emprise au sol » : on définit la part d'espaces végétalisés à préserver pour en déduire les espaces constructibles

- ▷ Nouvelle manière de concevoir l'espace urbain : plus de droit à imperméabiliser (disparition du « coefficient d'imperméabilisation ») et incitation à faire ne plus utiliser l' « emprise au sol »
- ▷ Encourager la « ville perméable »

- Les principes

  - Fondement juridique (L. 151-22 / R. 151-43 CU) :

Le règlement peut imposer une **part minimale de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables**, éventuellement pondérées en fonction de leur nature, afin de contribuer au maintien de la biodiversité et de la nature en ville.
Il précise les **types d'espaces, construits ou non**, qui peuvent entrer dans le décompte de cette surface minimale non imperméabilisée ou éco-aménagée.
Un **coefficient** est affecté à chacune des surfaces, exprimant la valeur de chaque type de surface pour l'écosystème par rapport à un **équivalent pleine terre**.

→ Le **coefficient de végétalisation** est le rapport entre la surface éco-aménagée et la surface totale du terrain considéré.

→ A chaque typologie de surface et en fonction de sa valeur, un **coefficient de pondération** vient multiplier chacune des différentes surfaces.

→ La somme des surfaces pondérées ramenée à la surface de la parcelle donne le coefficient de végétalisation du projet.

Coefficient de végétalisation : coefficients de pondération

→ Les règles de gestion des eaux pluviales imposent / favorisent l'infiltration

→ Les règles de coefficient de végétalisation limitent l'imperméabilisation et favorisent la biodiversité

Se = Types de surfaces (m²)		Coefficient de pondération
Se1	Surfaces imperméables	0
Se2	Pleine terre	1
Se3	Espaces extérieurs ou semi-perméables*	0,15
Dalles de couverture ou toitures végétalisées :		
Se4	Épaisseur de terre ≥ à 8 cm et ≤ à 20 cm	0,15
Se5	Épaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ à 60 cm et < à 120 cm	0,4
Se6	Épaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ à 120 cm	0,7
Se7	Épaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ à 20 cm	0,4
Se8	Épaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ à 60 cm	0,7

Pour l'instruction des règles de gestion des eaux pluviales

Application du coefficient de pondération par type de surface, ramené au 100 % de la surface du terrain

Coefficients de pondération
Sont favorisées :
- les surfaces de pleine terre
- les surfaces favorisant la végétation (3 strates) et la biodiversité > épaisseur de terre suffisante et proximité avec le sol

Bonus	+
Arbres conservés (20 m² pleine terre par arbre)	2 % par arbre
Clôture végétale conservée ou créée sur tout le linéaire public	2%
Clôture végétale conservée ou créée sur 50% minimum du linéaire privé	2%
Arbres plantés (20 m² pleine terre par arbre)	1 % par arbre

Bonus
Sont favorisés les aménagements favorables au paysage et à la biodiversité

En résumé, **un objectif** commun, **deux leviers** :
- des règles de Gestion des Eaux Pluviales **privilégiant l'infiltration**
- des règles de coefficient de végétalisation **limitant l'imperméabilisation**

% minimum de surfaces éco-aménagées à atteindre (Se2 à Se8)

V = x % (y % PT; B)

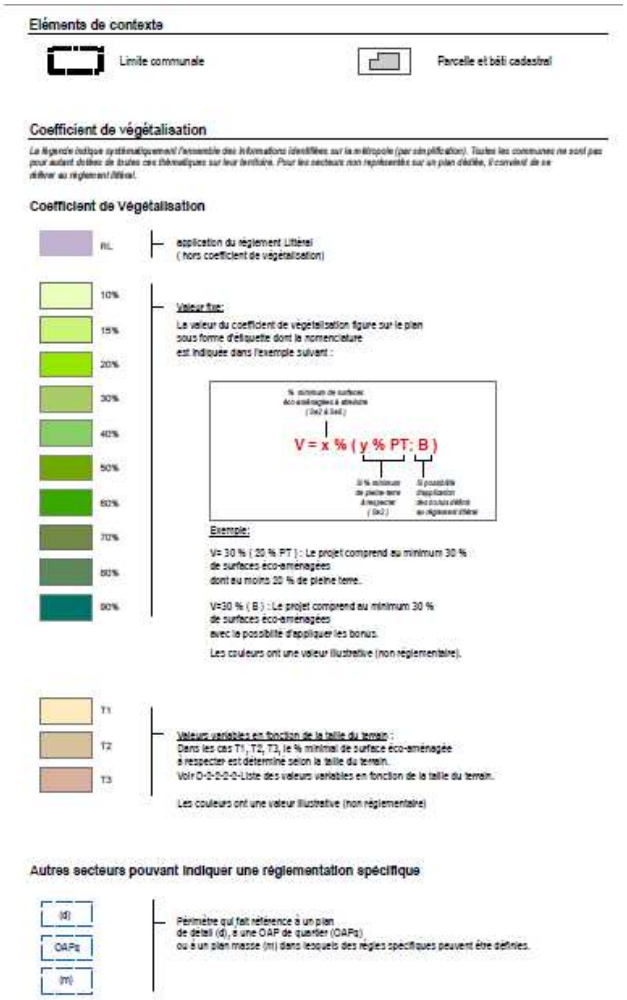
Si % minimum de pleine-terre à respecter (Se2)

Si possibilité d'application des bonus définis au règlement littéral

Coefficient de végétalisation : Plan thématique

la Chapelle-des-Fougeretz (Voir plan ....)		
T1		
Surface de terrain en m²		Coefficient de Vegetalisation (en %)
Min	Max	
	≤300	30
301	600	40
601	800	50
801	1000	60
≥1001		70

la Chapelle-des-Fougeretz (Voir plan ....)		
T2		
Surface de terrain en m²		Coefficient de Vegetalisation (en %)
Min	Max	
	≤300	40
301	600	50
601	800	60
801	1000	70
≥1001		80



En résumé

Gestion des eaux pluviales et végétalisation - extraits du règlement littéral du PLUi (RL)

La gestion des eaux pluviales

L'eau pluviale est une ressource. L'objectif est de la récupérer, la stocker et la réutiliser sur la parcelle, en amont de son écoulement dans les réseaux.

Règlement littéral

Cartes de gestion des eaux pluviales (D-2-2-3.40 et suivantes) :
déterminent si la parcelle est favorable à l'infiltration

Obligatoire	Non obligatoire
Si **secteur favorable** = **Infiltration obligatoire** pour les projets de + de 20m²	Si **secteur non favorable** = **Pas d'infiltration obligatoire**
Justifier un volume d'infiltration de 10 litres/m² imperméabilisés *Le calcul se fait sur la base de l'ensemble des m² du projet*	

Justifier une capacité de régulation/stockage pour les projets de + de 150 m² :

De 18 litres / m² imperméabilisés	De 28 litres / m² imperméabilisés

Avec un débit de fuite de 20l/s/ha imperméabilisés (minimum de 1l/s)

* Sauf :
- Secteurs "non obligatoires" d'infiltration des eaux pluviales
- Secteurs de "retrait / gonflement d'argiles" – aléa moyen / fort
- Périmètre de 35 m aux abords des cimetières
- Secteurs d'Information sur les Sols (SIS)

Le coefficient de végétalisation

L'objectif est de déterminer la part d'espaces végétalisés à préserver/développer pour en déduire ensuite les espaces constructibles.
Le développement des espaces végétalisés ou éco-aménagés doit permettre de favoriser l'infiltration de l'eau de pluie, de favoriser les capacités de rafraichissement et de renforcer la biodiversité dans les tissus urbains.

C'est une inversion des logiques précédentes qui commencaient par déterminer l'emprise au sol des bâtiments.

Règlement littéral

Cartes du coefficient de végétalisation (D-2-2-2.01 et suivantes) :
déterminent la part d'espace végétalisé à préserver dans les communes

Deux types de coefficient de végétalisation sont identifiés : fixes ou variables selon la taille des terrains (T…)

Surfaces Eco-aménagées
+
part de ***Pleine Terre***
+
Bonus (arbres, clotures végétales…)

Pas d'application du coefficient sous 20 m²
Sauf Saint-Jacques-de-la-Lande

Cas particuliers :
- Pour les extensions / annexes, si coefficient "situation initiale" < coefficient "situation future" : amélioration du coefficient de végétalisation
- En UB1 et UD1, si terrain d'angle : surface de pleine terre ≥ 20 % surface terrain
- En UB1,UD1,UE1 : bande de pleine terre ≥ 6 m (10 m dans certains cas)

Et la suite…

→ Des recommandations aux obligations ?

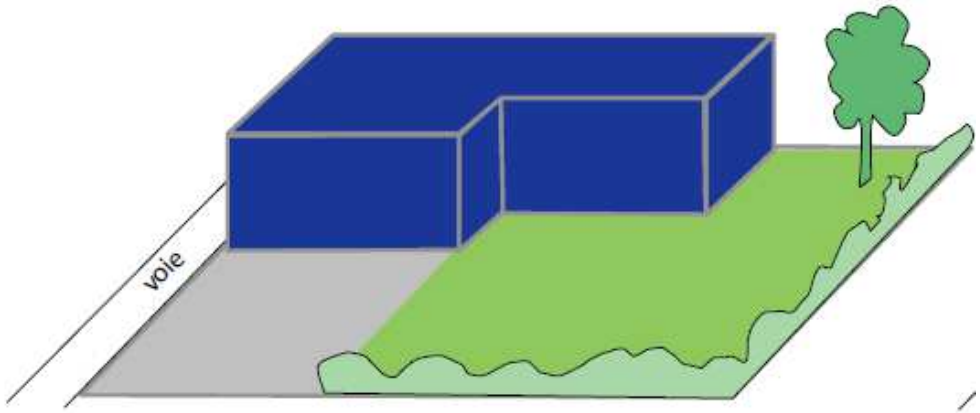
→ De la végétalisation à la renaturation (Zéro Artificialisation Nette) ?

→ …

Exemple 1 – Projet d'extension soumis à infiltration – 1/3

Terrain 200 m²

Situation initiale



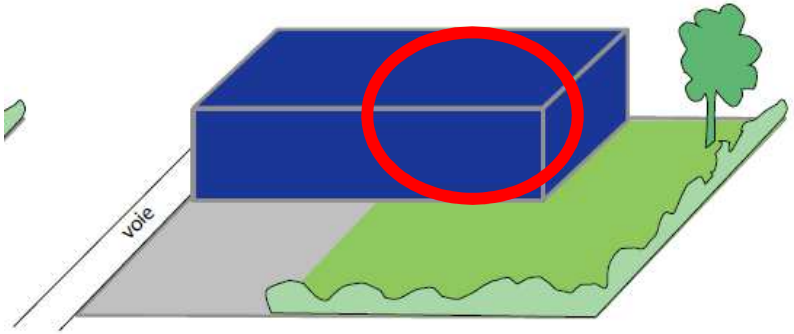
Construction = 75 m²
Terrasse béton = 30 m²
Pleine terre = 95 m²

Surfaces imperméabilisées (Se1) = 105 m²
Pleine terre (Se5) = 95 m²

Exemple 1 – Projet d'extension soumis à infiltration – 2/3

Terrain 200 m²

Projet d'extension - version 1



Construction = 75 m²
+ extension avec toiture terrasse = 25 m²
Terrasse béton = 30 m²
Pleine terre = 70 m²
Arbre conservé
Haies conservées ou crées

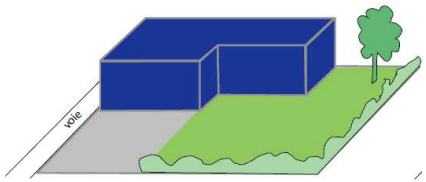
Surfaces imperméabilisées (Se1) = 130 m²
Pleine terre (Se2) = 70 m²

Gestion des eaux pluviales
> Soit 0,70 m³ à gérer : 0,25 m³ à infiltrer
+ 0 45 m³ à réguler avec débit de restitution 1l/s

Coefficient de végétalisation
> Coefficient du projet avant bonus = 35,00
> Coefficient du projet après bonus = **39,00**
> Coefficient à atteindre = 40,00 (non atteint)

Terrain 200 m²

Situation initiale



Construction = 75 m²
Terrasse béton = 30 m²
Pleine terre = 95 m²

Surfaces imperméabilisées (Se1) = 105 m²
Pleine terre (Se5) = 95 m²

Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
COEFFICIENT DE VÉGÉTALISATION

Cases à renseigner

Surface parcelle (m²)	200

Eléments de surface concernant la végétalisation		Coefficient de pondération	Situation intiale	Situation future
Surfaces imperméables	Se1	0	105,00	130,00
Pleine terre*	Se2	1,00	95,00	70,00
Espaces extérieurs ou semi-perméables *	Se3	0,15	0,00	0,00
Dalles de couverture ou toitures végétalisées :				
Epaisseur de terre ≥ 8 cm et ≤ 20 cm	Se4	0,15	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 60 cm et < 120 cm	Se5	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 120 cm	Se6	0,7	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 20 cm	Se7	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 60 cm	Se8	0,7	0,00	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux surfaces (%)			**47,50**	**35,00**

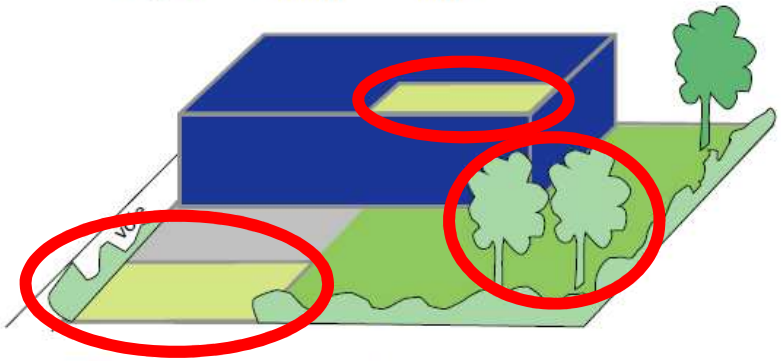
Eléments de bonus concernant la végétalisation	Situation future
Nombre d'arbre(s) **conservé(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	1,00
Nombre d'arbre(s) **planté(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Clôture végétale conservée ou créée :	
sur tout le linéaire public (**oui=1 / non=0**)	0,00
sur 50% minimum du linéaire privé (**oui=1 / non=0**)	1,00
Coefficient de végétalisation lié aux bonus (%)	**4,00**
Coefficient de végétalisation du projet (%)	**39,00**
RAPPEL - Coefficient de végétalisation à atteindre (%)	40

Coefficient de végétalisation non respecté

Exemple 1 – Projet d'extension soumis à infiltration – 3/3

Terrain 200 m²

Projet d'extension - version 2



Construction = 75 m²
Terrasse béton = 15 m²
Toiture terrasse + terrasse semi-perméable = 25 m² + 15 m²
Pleine terre = 70 m²
Arbre conservé
Arbre planté
Haies conservées ou crées

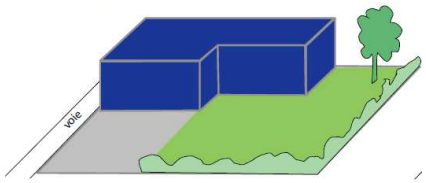
Surfaces imperméabilisées (Se1) = 90 m²
Pleine terre (Se2) = 70 m²
Surfaces semi-perméables (Se3) = 40 m²

Gestion des eaux pluviales
> Soit 00 m³ à infiltrer

Coefficient de végétalisation
> Coefficient du projet avant bonus = 38,00
> Coefficient du projet après bonus = **40,00**
> Coefficient à atteindre = 40,00 (atteint)

Terrain 200 m²

Situation initiale



Construction = 75 m²
Terrasse béton = 30 m²
Pleine terre = 95 m²

Surfaces imperméabilisées (Se1) = 105 m²
Pleine terre (Se5) = 95 m²

Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
COEFFICIENT DE VÉGÉTALISATION

Cases à renseigner

Surface parcelle (m²)	200

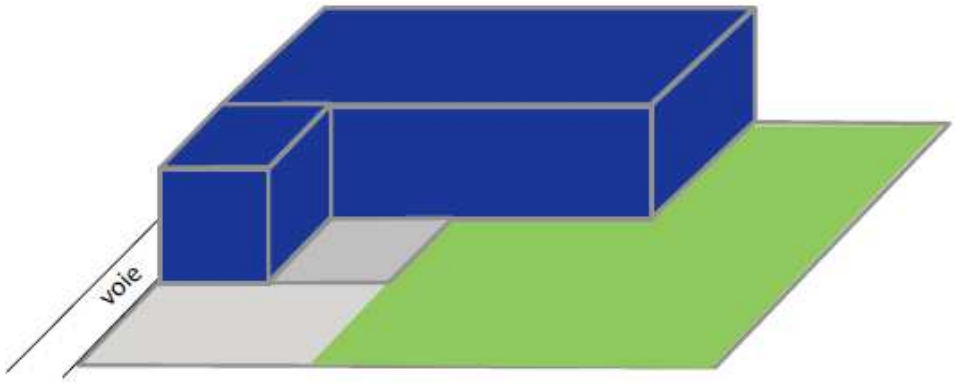
Eléments de surface concernant la végétalisation		Coefficient de pondération	Situation intiale	Situation future
Surfaces imperméables	Se1	0	105,00	90,00
Pleine terre*	Se2	1,00	95,00	70,00
Espaces extérieurs ou semi-perméables *	Se3	0,15	0,00	40,00
Dalles de couverture ou toitures végétalisées :				
Epaisseur de terre ≥ 8 cm et ≤ 20 cm	Se4	0,15	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 60 cm et < 120 cm	Se5	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 120 cm	Se6	0,7	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 20 cm	Se7	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 60 cm	Se8	0,7	0,00	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux surfaces (%)			**47,50**	**38,00**

Eléments de bonus concernant la végétalisation	Situation future
Nombre d'arbre(s) **conservé(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	1,00
Nombre d'arbre(s) **planté(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	2,00
Clôture végétale conservée ou créée :	
sur tout le linéaire public (**oui=1 / non=0**)	1,00
sur 50% minimum du linéaire privé (**oui=1 / non=0**)	1,00
Coefficient de végétalisation lié aux bonus (%)	**8,00**
Coefficient de végétalisation du projet (%)	**46,00**
RAPPEL - Coefficient de végétalisation à atteindre (%)	*40*

Exemple 2 – Projet neuf soumis à infiltration – 1/2

Terrain 300 m²

Projet - version 1



- Construction = 110 m²
  + Garage = 20 m²
- Terrasse béton = 20 m²
- Allée garage goudronnée = 25 m²
- Pleine terre = 125 m²

Surfaces imperméabilisées (Se1) = 175 m²
Pleine terre (Se2) = 125 m²

Gestion des eaux pluviales

> Soit 4,9 m³ à réguler / retenir : 1,75 m³ à infiltrer
+ 3,15 m³ à réguler avec débit de restitution 1l/s

Coefficient de végétalisation

> Coefficient du projet avant bonus = **41,67**
> Coefficient du projet après bonus = 41,67
> Coefficient à atteindre = 40,00 (atteint)

Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
COEFFICIENT DE VÉGÉTALISATION

Cases à renseigner

Surface parcelle (m²)	300

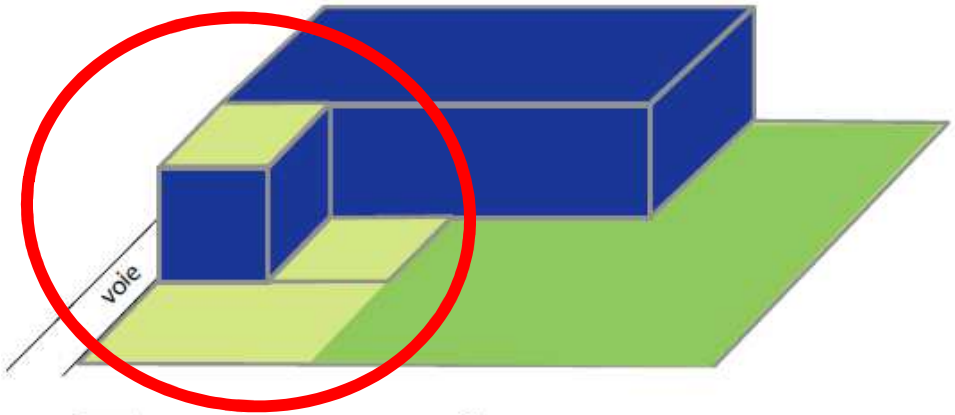
Eléments de surface concernant la végétalisation		Coefficient de pondération	Situation intiale	Situation future
Surfaces imperméables	Se1	0	175,00	0,00
Pleine terre*	Se2	1,00	125,00	0,00
Espaces extérieurs ou semi-perméables *	Se3	0,15	0,00	0,00
Dalles de couverture ou toitures végétalisées :				
Epaisseur de terre ≥ 8 cm et ≤ 20 cm	Se4	0,15	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 60 cm et < 120 cm	Se5	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 120 cm	Se6	0,7	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 20 cm	Se7	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 60 cm	Se8	0,7	0,00	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux surfaces (%)			**41,67**	**0,00**

Eléments de bonus concernant la végétalisation	Situation future
Nombre d'arbre(s) **conservé(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Nombre d'arbre(s) **planté(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Clôture végétale conservée ou créée :	
sur tout le linéaire public (**oui=1 / non=0**)	0,00
sur 50% minimum du linéaire privé (**oui=1 / non=0**)	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux bonus (%)	**0,00**
Coefficient de végétalisation du projet (%)	**0,00**
RAPPEL - Coefficient de végétalisation à atteindre (%)	*40*

Exemple 2 – Projet neuf soumis à infiltration – 2/2

Terrain 300 m²

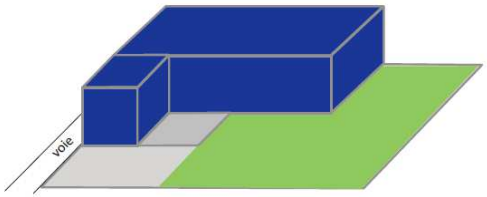
Projet - version 2



Construction = 110 m²
Garage avec toiture végétalisée = 20 m²
Terrasse semi-perméables = 20 m²
Allée garage pavés joints gazons = 25 m²
Pleine terre = 125 m²

Terrain 300 m²

Projet - version 1



Construction = 110 m²
+ Garage = 20 m²
Terrasse béton = 20 m²
Allée garage goudronnée = 25 m²
Pleine terre = 125 m²

Surfaces imperméabilisées (Se1) = 110 m²
Pleine terre (Se2) = 125 m²
Surfaces semi-perméables / < 20 cm (Se3) = 65 m²

Gestion des eaux pluviales

> Soit 3,08 m³ à réguler / retenir : 1,10 m³ à infiltrer
+ 1,98 m³ à réguler avec débit de restitution 1l/s

Coefficient de végétalisation

> Coefficient du projet avant bonus = **44,92**
> Coefficient du projet après bonus = 44,92
> Coefficient à atteindre = 40,00 (atteint)

Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
COEFFICIENT DE VÉGÉTALISATION

Cases à renseigner

Surface parcelle (m²)	300

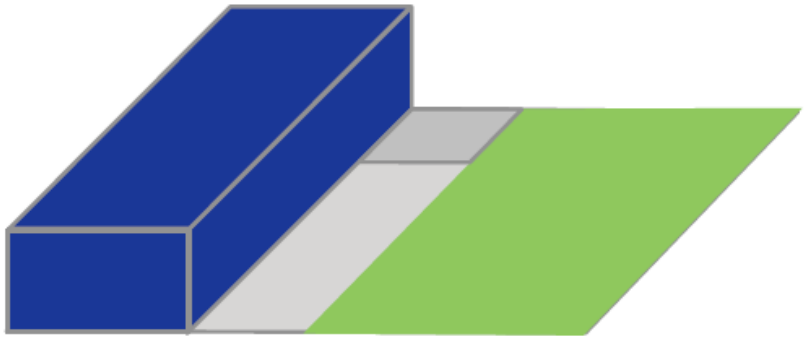
Eléments de surface concernant la végétalisation		Coefficient de pondération	Situation intiale	Situation future
Surfaces imperméables	Se1	0	175,00	110,00
Pleine terre*	Se2	1,00	125,00	125,00
Espaces extérieurs ou semi-perméables *	Se3	0,15	0,00	65,00
Dalles de couverture ou toitures végétalisées :				
Epaisseur de terre ≥ 8 cm et ≤ 20 cm	Se4	0,15	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 60 cm et < 120 cm	Se5	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 120 cm	Se6	0,7	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 20 cm	Se7	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 60 cm	Se8	0,7	0,00	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux surfaces (%)			**41,67**	**44,92**

Eléments de bonus concernant la végétalisation	Situation future
Nombre d'arbre(s) **conservé(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Nombre d'arbre(s) **planté(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Clôture végétale conservée ou créée :	
sur tout le linéaire public (**oui=1 / non=0**)	0,00
sur 50% minimum du linéaire privé (**oui=1 / non=0**)	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux bonus (%)	**0,00**
Coefficient de végétalisation du projet (%)	**44,92**
RAPPEL - Coefficient de végétalisation à atteindre (%)	*40*

Exemple 3 – Projet neuf soumis à régulation / rétention – 1/2

Terrain 780 m²

Projet - version 1



Construction = 390 m²
Accès stationnement = 45 m²
Stationnement + terrasse = 100 m²
Pleine terre = 245 m²

Surfaces imperméabilisées (Se1) = 535 m²
Pleine terre (Se2) = 245 m²

Gestion des eaux pluviales

> Soit 15 m³ à réguler / retenir : 5,4 m³ à infiltrer + 9,6 m³ à réguler avec débit de restitution 1l/s

Coefficient de végétalisation

> Coefficient du projet avant bonus = **31,41**
> Coefficient du projet après bonus = 31,41
> Coefficient à atteindre = 40,00 (non atteint)

Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
COEFFICIENT DE VÉGÉTALISATION

Cases à renseigner

Surface parcelle (m²)	780

face concernant la végétalisation		Coefficient de pondération	Situation intiale	Situation future
Surfaces imperméables	Se1	0	535,00	0,00
Pleine terre*	Se2	1,00	245,00	0,00
Espaces extérieurs ou semi-perméables *	Se3	0,15	0,00	0,00
Dalles de couverture ou toitures végétalisées :				
Epaisseur de terre ≥ 8 cm et ≤ 20 cm	Se4	0,15	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 60 cm et < 120 cm	Se5	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 120 cm	Se6	0,7	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 20 cm	Se7	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 60 cm	Se8	0,7	0,00	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux surfaces (%)			**31,41**	**0,00**

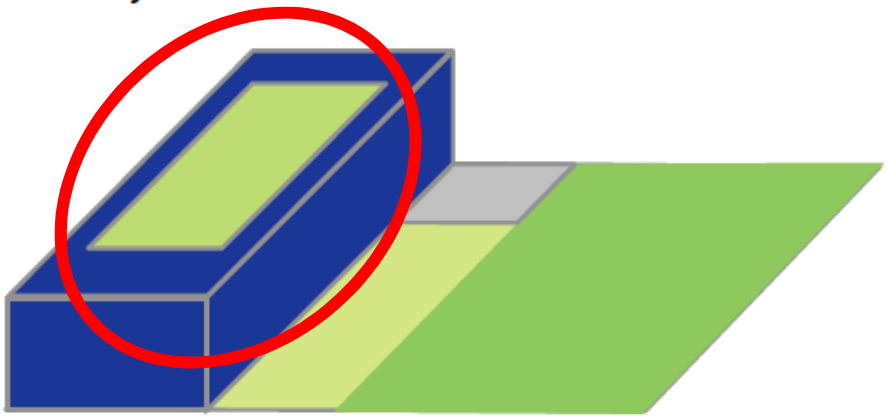
Eléments de bonus concernant la végétalisation	Situation future
Nombre d'arbre(s) **conservé(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Nombre d'arbre(s) **planté(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Clôture végétale conservée ou créée :	
sur tout le linéaire public (**oui=1 / non=0**)	0,00
sur 50% minimum du linéaire privé (**oui=1 / non=0**)	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux bonus (%)	**0,00**
Coefficient de végétalisation du projet (%)	**0,00**
RAPPEL - Coefficient de végétalisation à atteindre (%)	40

Coefficient de végétalisation non respecté

Exemple 3 – Projet neuf soumis à régulation / rétention – 2/2

Terrain 780 m²

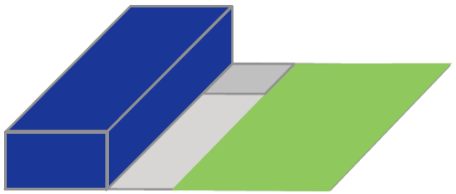
Projet - version 2



- Construction = 390 m²
- Accès stationnement = 90 m²
- Stationnement + terrasse sur dalle épaisseur < 20 cm = 55 m²
- Toiture terrase épaisseur > 20 cm = 270 m²
- Pleine terre = 245 m²

Terrain 780 m²

Projet - version 1



- Construction = 390 m²
- Accès stationnement = 45 m²
- Stationnement + terrasse = 100 m²
- Pleine terre = 245 m²

Surfaces imperméabilisées (Se1) = 210 m²
Pleine terre (Se2) = 245 m²
Epaisseur sur dalle < 20 cm (Se4) = 55 m²
Epaisseur sur dalle à partir de R+2 > 20 cm (Se7) = 270 m²

Gestion des eaux pluviales

> Soit 5,9 m³ à réguler / retenir : 2,1 m³ à infiltrer + 3,8 m³ à réguler avec débit de restitution 1l/s

Coefficient de végétalisation

> Coefficient du projet avant bonus = **46,31**
> Coefficient du projet après bonus = 46,31
> Coefficient à atteindre = 40,00 (atteint)

Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
COEFFICIENT DE VÉGÉTALISATION

Cases à renseigner

Surface parcelle (m²)	780

Eléments de surface concernant la végétalisation		Coefficient de pondération	Situation intiale	Situation future
Surfaces imperméables	Se1	0	535,00	210,00
Pleine terre*	Se2	1,00	245,00	245,00
Espaces extérieurs ou semi-perméables *	Se3	0,15	0,00	0,00
Dalles de couverture ou toitures végétalisées :				
Epaisseur de terre ≥ 8 cm et ≤ 20 cm	Se4	0,15	0,00	55,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 60 cm et < 120 cm	Se5	0,4	0,00	0,00
Epaisseur de terre jusqu'au niveau R+1 ≥ 120 cm	Se6	0,7	0,00	0,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 20 cm	Se7	0,4	0,00	270,00
Epaisseur de terre à partir du niveau R+2 ≥ 60 cm	Se8	0,7	0,00	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux surfaces (%)			**31,41**	**46,31**

Eléments de bonus concernant la végétalisation	Situation future
Nombre d'arbre(s) **conservé(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Nombre d'arbre(s) **planté(s)** (surface minimale de pleine terre = 20 m²)	0,00
Clôture végétale conservée ou créée :	
sur tout le linéaire public (**oui=1 / non=0**)	0,00
sur 50% minimum du linéaire privé (**oui=1 / non=0**)	0,00
Coefficient de végétalisation lié aux bonus (%)	**0,00**
Coefficient de végétalisation du projet (%)	**46,31**
RAPPEL - Coefficient de végétalisation à atteindre (%)	*40*