



# ZAC Cœur de Ville à la Possession référentiel développement durable et changement climatique **CONSTRUCTION**

A destination des concepteurs et de leurs maîtres d'ouvrage et promoteurs





# mode d'emploi site stratégie

## sommaire

### introduction

- préambule
- rappels de l'analyse de site sur critères de développement durable
- stratégie développement durable sur la ZAC

### référentiel

- fiche 1 - énergie et climat
- fiche 2 - paysage et biodiversité
- fiche 3 - eaux pluviales
- fiche 4 - déplacements et accessibilité
- fiche 5 - gestion des déchets
- fiche 6 - formes urbaines et densité
- fiche 7 - nuisances
- fiche 8 - fonctions urbaines et mixité
- fiche 9 - eaux potables et polluées
- fiche 10 - matériaux et systèmes constructifs

### annexes

- annexe 1 – définitions et conventions de calcul
- annexe 2 – calcul des consommations d'énergie électrique tous usages
- annexe 3 – aide à la prédétermination des protections solaires
- annexe 4 – calcul simplifié d'énergie grise
- annexe 5 – calcul de consommation d'eau
- annexe 6 – calcul des coefficients de traitement des espaces extérieurs
- annexe 7 – documents à rendre

## mode d'emploi

### un outil d'aide à la conception

Dans la rédaction de ce référentiel, qui est pensé comme un véritable outil d'aide à la conception, nous avons souhaité amener les concepteurs à dépasser la vision analytique (par cibles ou par thèmes) pour mettre en avant les arbitrages qui sont au cœur de l'éco-conception, comme de tout processus de conception. L'accent sera donc mis d'abord sur l'approche bioclimatique, lieu d'arbitrage entre préoccupations de confort (thermique, visuel, aération), d'énergie et de maîtrise des impacts sur le changement climatique. Puis sur les autres exigences environnementales et de développement durable liées aux enjeux de la planète (ressources, biodiversité, pollutions de proximité ...). Le tout est présenté par fiches transversales, hiérarchisées sous forme de deux types d'exigences :

1. **Les exigences architecturales, bioclimatiques et énergétiques.** Fondamentales, elles permettent de situer l'opération par rapport aux grands enjeux environnementaux et de développement durable. Elles parlent de la traduction architecturale et technique (orientation, volumétrie, principaux choix constructifs et techniques...) dans laquelle doit s'inscrire le projet.
2. une série de **prescriptions techniques détaillées** complétant ou expliquant les grands choix architecturaux et techniques.

Ces deux types correspondent, en outre, aux différentes phases du projet :

- Les engagements des opérateurs de lots et les réponses des concepteurs en phase esquisse, APS et APD, pour le niveau 1
- Les solutions techniques détaillées en APD et DCE pour le niveau 2.

## un compromis entre exigences d'origines diverses

Toutes ces exigences constituent, au même titre, le référentiel. Il y distingue deux familles selon leur source :

- les exigences réglementaires sur fond orange
- les autres exigences, sur fond vert

Les exigences réglementaires proviennent du PLU, de la RTAA DOM et du dossier « loi sur l'eau ». Les « autres exigences » recouvrent celles des OAP et des exigences spécifiques au référentiel. Certaines d'entre elles sont adaptées à chaque îlot. Cet ensemble d'exigences ne relève ni du hasard, ni d'une recherche aveugle de la qualité maximale. Il résulte d'un compromis, adapté au contexte de cette ZAC, entre la forte ambition environnementale exprimée par la Ville de la Possession, une qualité de confort et de vie correcte, et un modèle économique raisonnable. Volontairement, les exigences sur certains thèmes (acoustique, éclairage naturel, choix environnemental des matériaux ...) ont été modérées pour rendre économiquement possibles des exigences énergétiques tout à fait adaptées aux enjeux de la période à venir. D'autres compromis peuvent être trouvés, qui répondent à la même ambition.

## Ilots ou parcelles

Certaines de ces exigences sont exprimées par des ratios ramenés à une surface de territoire. Certains à la surface de l'îlot, d'autres à celle de la parcelle

## rappels de l'analyse de site sur critères de développement durable

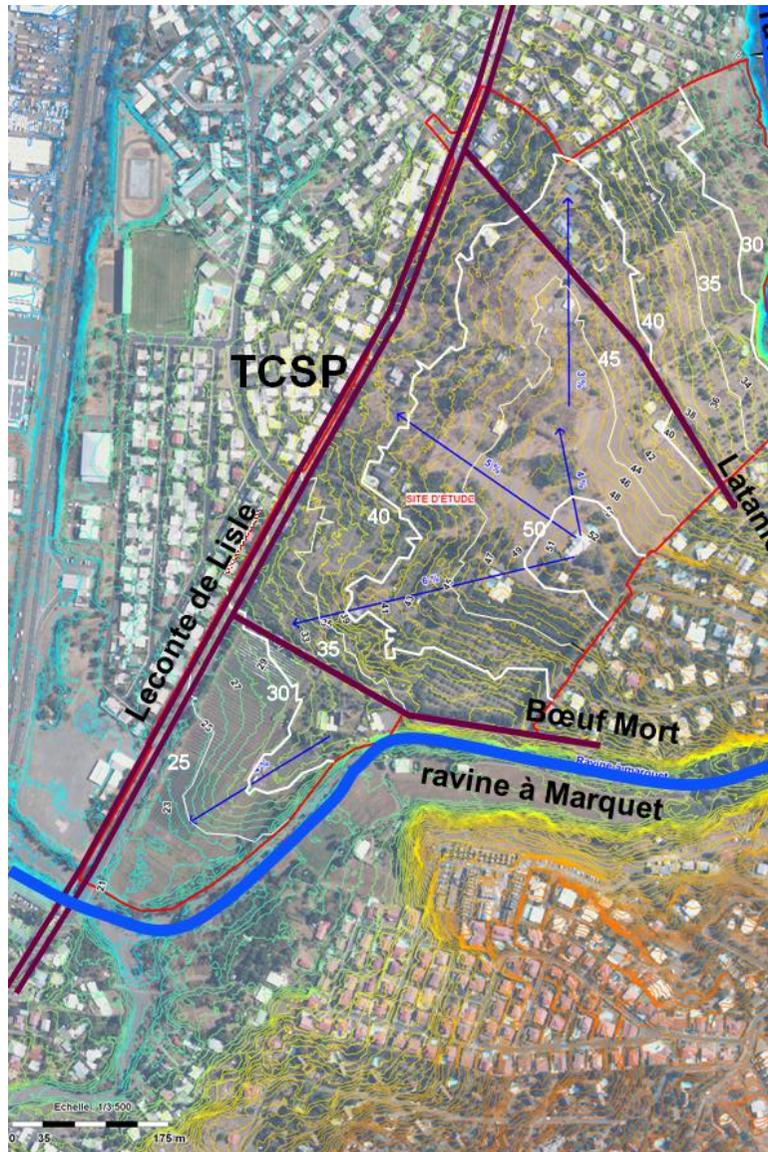
### trame souche

L'opération est située dans le prolongement du centre ville de La Possession, en piémont du plateau de Grande Montagne, entre les débouchés des deux ravines : ravine des Lataniers au nord-est et ravine à Marquet au sud-ouest.

Le terrain s'inscrit entre les cotes 25 et 50 m, dans le dénivelé montant depuis le centre ville jusqu'à Grande Montagne. A partir d'un point haut à la cote 50, situé à l'est du terrain, celui-ci descend vers le nord-est, le sud-ouest et l'ouest.

Bordé par la rue Leconte Delisle, sur laquelle sera implanté le futur TCSP, le terrain est traversé par les chemins du Bœuf Mort au sud et des Lataniers au nord





d'après document SOGREAH

## trame climatique

Par rapport au soleil, la ZAC s'étend sur un axe SSO ↔ NNE, celui la rue Leconte Delisle et du mail tropical qui irrigue toute la ZAC. Perpendiculairement, le chemin des Lataniers et celui du Bœuf Mort déterminent une trame ONO ↔ ESE. De sorte que les limites d'îlots déterminent une implantation de bâtiments sur une trame diagonale sur laquelle toutes les façades sont exposées à du soleil bas et du soleil haut, donc doivent être protégées sérieusement.

Du point de vue des vents, qui constituent un facteur climatique déterminant de la conception, le profil fréquence/vitesse relevé à la station météo du Port ne se retrouve pas tel quel sur le site. Une station de mesure sera implantée et permettra de préciser le profil local. En saison chaude, on y relève néanmoins 4 directions principales de vents:

- un vent de SO et un vent de NE
- les deux brises: une brise de mer diurne et de direction NO, une brise de terre nocturne et de direction Est, induite par le débouché des deux ravines

Deux études ont été réalisées et devront servir de base pour la conception des bâtiments :

- « Approche expérimentale sur maquette en soufflerie du programme de logements ZAC La Possession »
- « Stratégie aérodynamique pour un urbanisme climatique du centre-ville de la Possession »

Pour la Réunion, La Possession est une zone de pluviométrie plutôt faible et de températures plutôt élevées.

## trame verte

Le site est mitoyen, au NE, avec les confins du réservoir de biodiversité que constitue la zone naturelle du Parc. Il est au débouché de deux corridors écologiques, les deux ravines. Le mail tropical, à créer, constituera un troisième corridor qui assurera la liaison nord-sud entre les deux ravines. Quelques zones singulières réparties sur le site, viennent compléter ce dispositif: vergers, arboretum, spécimens de banians, agriculture urbaine de proximité au sud ...

Cet ensemble remarquable d'écosystèmes constitue la trame sur laquelle viendront s'accrocher les projets sur chaque parcelle pour constituer la ville jardin.

## trame bleue

La pente du terrain conduit, par des dispositifs paysagers à l'air libre, les eaux pluviales vers les exutoires naturels que sont les deux ravines et un fossé le long de la rue Leconte Delisle qui conduit à la ravine à Marquet, Seule une petite portion du terrain, autour de la place de la mairie, sera rejetée au réseau urbain.

Le terrain est plutôt perméable dans sa grande moitié nord et plutôt imperméable dans la partie sud. Deux zones à risque d'inondation existent, au sud et au nord-ouest, aux points bas des rives de chaque ravine

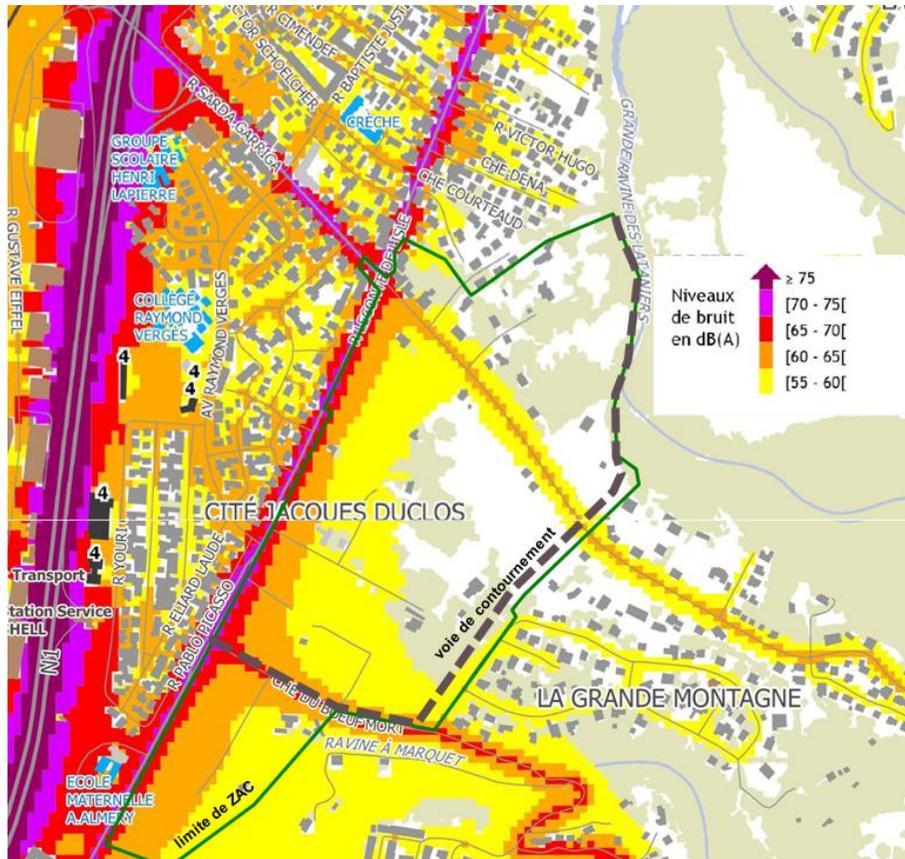
## trame circulante

Les déplacements piétons et vélo sont privilégiés sur la ZAC. Des écoles, commerces et services administratifs et culturels sont programmés sur la ZAC elle-même. La plupart des services sportifs, et scolaires (collège et lycée) sont hors ZAC. Le futur TCSP longera la ZAC sur sa façade ouest (Delisle).

Dans le cadre des déplacements acceptables pour les modes doux (500 m à pied, 4 km en vélo), chaque parcelle devra favoriser des cheminements piéton et vélo, directs et agréables, vers ces différents lieux



d'après cartographie Leu Réunion



## trame ambiante

Le réseau viaire constitue la principale source de nuisance acoustique et de pollution:

- la rue Leconte Delisle
- les futures voies de contournement du centre ville: ring, nouvelle voie nord-sud et chemin du Bœuf Mort.

Les cartes de bruit établies pour TCO, sur le secteur de la Possession, et sur la base du trafic actuel sur la rue Leconte Delisle sont reproduites ci-contre. L'indicateur est le Lden, correspondant au niveau de bruit global (jour, soir, nuit) mesuré en dB(A) ; permettant de qualifier la gêne liée à l'exposition au bruit. Elles montrent qu'une bonne moitié ouest et sud de la ZAC est soumise à un bruit d'au moins 55 dB(A) (bruit urbain modéré) et qu'une bande d'une quinzaine de mètres, de part et d'autre de Leconte Delisle, dépasse les 65 dB(A) considérés comme bruyant. Il en va de même pour une bande de 5 à 6 m autour du chemin du Bœuf Mort, surtout impactée aux heures de pointe (matin et soir).

Ce profil risque d'être profondément modifié le jour où l'arrivée du TCSP transformera Leconte Delisle en boulevard urbain beaucoup plus calme. A trafic égal par ailleurs, le profil de bruit repéré aujourd'hui autour de Leconte Delisle se retrouvera demain autour de la voie de contournement, augmenté par le trafic induit par la ZAC elle-même.

La rue Leconte Delisle est aujourd'hui classé 4 avant l'ouverture du contournement et l'arrivée du TCSP. Bœuf Mort n'est pas classé. Selon leur trafic futur, la rue Leconte Delisle et la voie de contournement seront vraisemblablement classées 4 ou 5, ce qui ne justifie pas d'un traitement particulier.

Toutefois, l'indicateur du Lden ne rend pas compte des nuisances ponctuelles et répétitives. Celles-ci existeront bien, pour les riverains immédiats, notamment, aux heures de pointe.



## stratégie de développement durable

### Les temps changent

Les temps changent. Le dérèglement climatique accentuera, d'ici la fin du siècle, l'augmentation des températures amorcées depuis quelques décennies et aggravera fortement le phénomène d'îlot de chaleur urbain déjà sensible sur les zones urbanisées. Il modifiera profondément les conditions dans lesquelles s'équilibrent les milieux naturels. Les phénomènes climatiques violents vont se multiplier. Le grand désordre énergétique frappera sévèrement la Réunion déjà peu autonome pour sa production énergétique : l'énergie sera plus chère et sa distribution plus aléatoire. Le développement trop limité des ressources locales renouvelables rend, d'ores et déjà, le bâtiment dépendant de façon quasi-hégémonique de matériaux venus d'ailleurs ....

Un kWh électrique consommé à la Réunion émet 800 g d'équivalent CO<sub>2</sub> (gaz à effet de serre). A titre de comparaison, cette même émission est de 400 à 500 g/kWh pour la plupart des pays européens.. Encore aujourd'hui, l'approvisionnement est-il assuré dans des conditions économiques abordables. Demain, les coûts vont devenir prohibitifs et l'approvisionnement non garanti. On comprend donc que cette électricité doit être consommée avec la plus grande parcimonie et qu'une stratégie alternative, radicalement plus économe de fonctionnement des bâtiments s'impose.

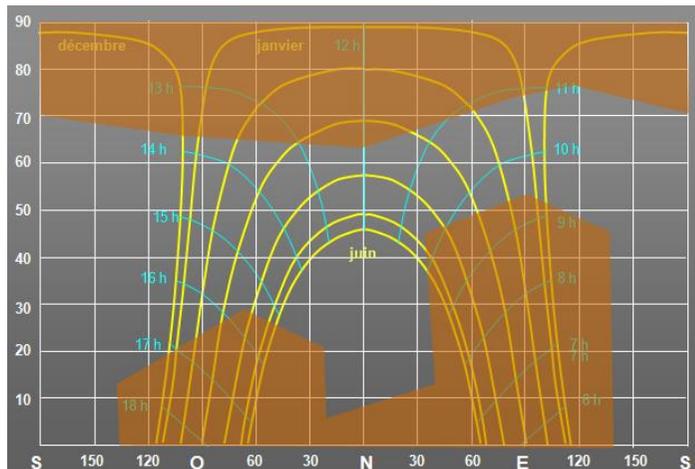
Pour faire face à de telles perspectives, les seules réponses techniques, architecturales ou urbaines classiques ne suffisent pas. Un changement important des modes d'habiter, de travailler, de se déplacer, de se nourrir ... s'impose, et avec lui, un changement tout aussi radical des standards de l'aménagement urbain et de la conception des bâtiments. En matière de standard de bâtiments également, les temps changent

### une stratégie alternative raisonnable

La Ville de la Possession a bien compris la nécessité de ce changement radical et a inscrit dans le PLU et les OAP de la ZAC des préconisations ambitieuses, à la hauteur de ces enjeux.

L'ensemble de ces préconisations réglementaires, complétées par le présent référentiel définit bien une stratégie durable alternative, que l'on pourrait résumer de la façon suivante : à l'intention des opérateurs des lots et de leurs concepteurs:

1. à l'échelle du plan masse, priorité est donnée
  - à un urbanisme de porosité par rapport aux vents pour offrir à tous les bâtiments le meilleur accès possible aux vents
  - à un urbanisme très fortement végétalisé pour créer des îlots de fraîcheur dans lesquels baigneront les bâtiments et les espaces extérieurs à vivre
  - à la qualité de vie et d'ambiance des espaces extérieurs (publics et privés) du point de vue du soleil, du vent, du bruit, de la convivialité aux liaisons douces piéton et cycle



2. à l'échelle du bâtiment, priorité est donnée
  - à une approche bioclimatique poussée de l'enveloppe, de sa composition et de ses protections solaires ainsi que du zonage et de l'aménagement des espaces intérieurs : porosité aux vents et opacité au soleil.

- au recours aux seules solutions passives, complétées par des brasseurs d'air, définissant ainsi une stratégie de confort alternative au tout climatisation
- à une réduction draconienne des besoins énergétiques pour tous les usages

Cette stratégie est responsable car elle anticipe sur les difficultés énergétiques (effet de serre, coût et disponibilité des énergies) de demain en mettant tous les efforts sur la réduction des besoins énergétiques afin de ne laisser qu'un recours résiduel (appoint) à des énergies qui seront encore, pour longtemps, largement fossiles. Elle est responsable car elle constate qu'on ne sortira pas des standards actuels du tout climatisation sans une remise en cause fondamentale de la conception même des bâtiments (profondeur, trame, porosité, organisation interne) et de leur usage. Ces standards ont été mis au point à une période où l'énergie était abondante et bon marché: ils sont obsolètes aujourd'hui et les poursuivre serait irresponsable.

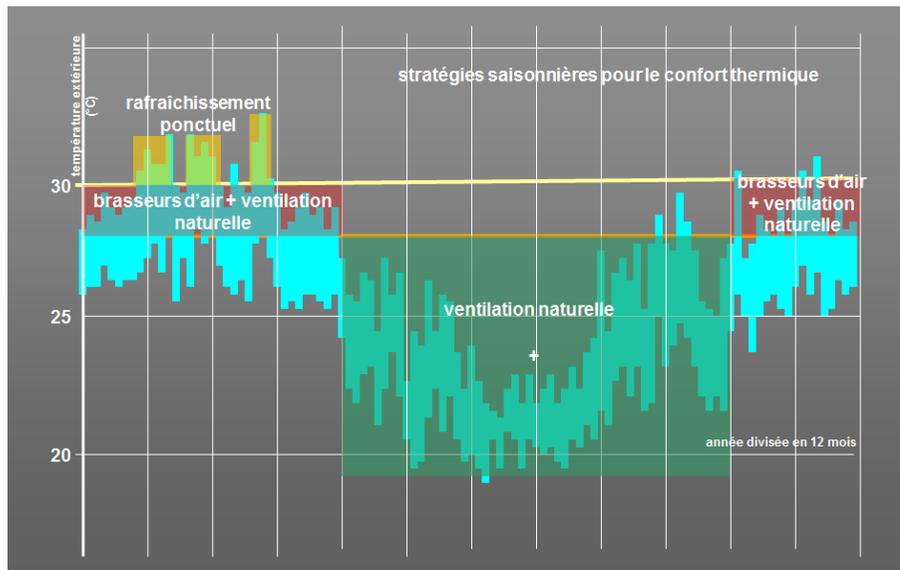
Sur la question de la climatisation, toute stratégie basée sur une climatisation classique des locaux est exclue. La démarche passive (réduction des charges internes, protection solaire, porosité, ventilation naturelle) est la stratégie retenue pour toute l'année. Sur les mois les plus chauds, elle est complétée par des brasseurs d'air.

Sur la plupart des bâtiments cette stratégie passive est suffisante pour assurer un confort correct. Mais à condition de mettre en œuvre les moyens nécessaires tant dans l'aménagement des espaces extérieurs que dans la conception même des bâtiments. Le local commercial ne peut plus être la boîte à savon hermétiquement fermée; il doit laisser pénétrer la lumière naturelle, être traversant à la ventilation, sa vitrine doit être fortement protégée du soleil ... L'immeuble de bureau ne peut plus être le bâtiment profond qu'il est aujourd'hui, avec des salles de réunion en placard à l'intérieur, des fenêtres non ouvrantes: lui aussi doit être poreux, traversant, pas trop épais ... Dans tous les cas, les abords extérieurs seront végétalisés et non minéraux, l'orientation favorisera l'accès au vent et la protection au soleil, pour mettre tous les atouts dans la bonne main.

Sur quelques immeubles de bureaux, il sera peut-être nécessaire, une fois mis en œuvre tous les moyens passifs, d'assurer un rafraîchissement actif

ponctuel de complément quelques jours par an, voire quelques heures par jour. Ce doit être l'exception, justifiée par simulation thermique dynamique.

Sur les commerces alimentaires, un zonage rigoureux et une maîtrise sévère du froid alimentaire limitera le recours au rafraîchissement aux quelques zones sur lesquelles le process l'impose..



*les différentes séquences annuelles de la stratégie passive*



# référentiel

# 1. ENERGIE ET CLIMAT

## EXIGENCES FONDAMENTALES

### implantation et orientation

Dans le cadre fixé par les OAP, sera recherché le meilleur arbitrage entre des préoccupations urbaines (continuité des alignements), des préoccupations solaires (privilégier les vitrages d'orientation N ou S) et des préoccupations aérodynamiques (porosité générale du site, accessibilité des façades aux vents)

L'orientation des façades opposées d'un même local traversant permettra d'optimiser la fréquence d'occurrence d'un moteur pression/dépression par rapport aux vents NE et SO et surtout aux brises NO et E. Des puits dépressionnaires induits par des patios compléteront le dispositif.

La profondeur des bâtiments sera limitée pour assurer une ventilation traversante efficace de tous les locaux.

### îlot de fraîcheur

Le traitement, en îlot de fraîcheur, des espaces extérieurs est primordial, tant pour le confort de ces mêmes espaces que pour celui des locaux adjacents.

Dans le traitement des espaces extérieurs, les surfaces plantées seront préférées aux surfaces minérales.

La bande des 3 mètres autour des bâtiments sera particulièrement soignée (strate arborée dense pour assurer l'ombrage des sols + une strate couvrante, tampon thermique le long de la façade ...) Les strates intermédiaires risquant de réduire l'accès au vent des bâtiments seront limitées.

Les choix de traitement des sols, façades et toiture devront réaliser un arbitrage entre les 3 préoccupations: biodiversité, perméabilité des sols et îlot de fraîcheur. De sorte que le coefficient d'îlot de fraîcheur, calculé selon la méthode décrite en annexe 6, reste supérieur à :

coefficient d'îlot de fraîcheur à la parcelle	≥ 0,35
---	--------

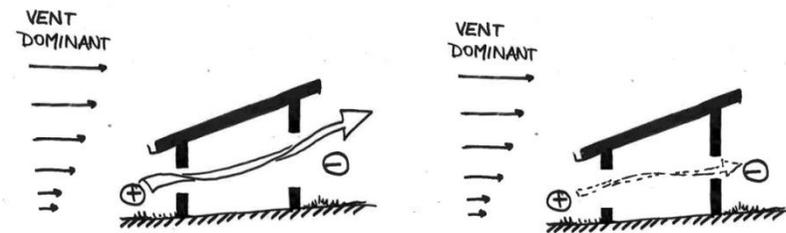
### aérodynamique intérieure et porosité

Une ventilation naturelle traversante sera assurée pour tous les locaux occupés de façon prolongée (logements, salles de classe, bureaux, salles de réunion, petits et grands commerces, zones non contrôlées des commerces alimentaires ...), avec une porosité des façades (ramenée à la surface de chaque façade) d'au moins:

	logement	bureau, salle de réunion, salle de classe	commerce
porosité moyenne des façades	≥ 30 %	≥ 35 %	≥ 35 %
POR/prof	≥ 2,5 %		

(prof est la profondeur du local - ou du logement - traversant)

La porosité des façades d'un logement doit être calculée sur les deux façades où la ventilation naturelle s'opère. Cette valeur est une moyenne entre ces deux façades. Ainsi, on pourra avoir une façade avec 20% de porosité et une autre à 40%. On encouragera fortement à avoir une porosité plus importante à l'extraction qu'à l'admission, comme nous pouvons le voir dans le schéma ci-dessous. La ventilation naturelle sera plus efficace dans le cas de gauche (POR extraction > POR admission) que dans le cas de droite (POR admission > POR extraction).



Source : LEU Réunion

Contrairement aux calculs PERENE ou RTAA DOM, les ouvertures des pièces humides seront prises en compte dans le calcul de la porosité de chaque façade.

Cette porosité devra être réalisée avec protection solaire, anti-intrusion et anti-pluie en place. En logement, elle devra aussi être compatible avec l'intimité et un minimum d'obscurité. Cette porosité ne devra pas être réduite par les dispositifs de transfert à travers l'épaisseur du bâtiment, ni par l'aménagement intérieur (locaux de stockage, zonage jour/nuit des logements ...)

### protection solaire des baies

Le facteur solaire S équivalent des baies équipées de leur protection solaire sera conforme aux préconisations PERENE:

	sud	nord & est	ouest
facteur solaire S des baies	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,25

calcul selon la méthode PERENE

Les exigences ci-dessus concernent toutes les zones, même les zones rafraîchies. et les vitrines des commerces. Pour les locaux à forte charge interne, les orientations est et surtout ouest seront évitées.

### isolation et protection solaire des parois opaques

Le facteur solaire S équivalent des parois opaques, y compris celles donnant sur des zones rafraîchies, sera conforme aux préconisations PERENE

facteur solaire S des murs	≤ 0,05
facteur solaire S des toitures	≤ 0,02

### éclairage naturel

Tous les locaux dans lesquels des gens sont appelés à séjourner de façon prolongée doivent disposer d'une vue sur l'extérieur au niveau des yeux et d'un accès à l'éclairage naturel suffisant. Celui-ci sera caractérisé par un facteur de lumière de jour :

	FLJ	zone sur laquelle atteindre l'exigence
séjour	≥ 1%	une bande de 3 m à partir de la façade
chambre	≥ 1%	une bande de 2 m à partir de la façade
cuisine	≥ 1%	le plan de travail et l'évier
salle d'eau		lumière naturelle directe sans FLJ <sub>mini</sub>
bureau	≥ 1,5%	tout poste de travail
salle réunion	≥ 1,5%	toute place en salle de réunion
salle de classe	≥ 1%	toute la surface de la classe
local de vente		lumière naturelle directe sans FLJ <sub>mini</sub>
stockage		lumière naturelle directe sans FLJ <sub>mini</sub>

Les parcs de stationnement bénéficieront également d'éclairage naturel.

Les protections solaires en position devront être cohérentes avec ces exigences d'éclairage naturel.

## ventilation hygiénique et qualité de l'air

La réglementation du renouvellement d'air hygiénique en vigueur est largement obsolète et elle est notamment remise en cause par les normes européennes EN 15251 et 13779. Pour assurer une bonne qualité sanitaire de l'air intérieur, les débits de renouvellement d'air hygiénique ne seront pas inférieurs à :

logement	<b>n ≥ 0,5 vol/heure</b>
Bureaux, écoles, commerces	<b>n ≥ 30 m<sup>3</sup>/heure.occupant</b>

Dans les logements, les pièces humides auront un accès à l'extérieur.

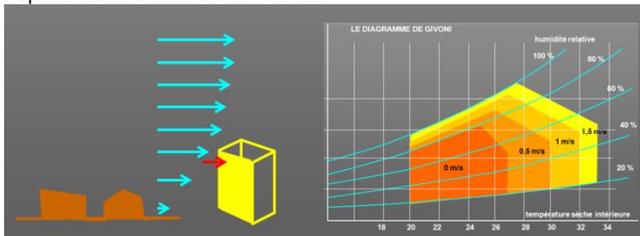
Dans tous les locaux à l'exception des zones rafraîchies des commerces alimentaires, la ventilation sera assurée naturellement.

Le parc de stationnement sera ventilé naturellement avec un débit de renouvellement d'air au moins deux fois supérieur au minimum requis.

## confort hygrothermique

A l'exception des locaux à process spécifique, le confort hygrothermique sera réalisé par les seules techniques passives, éventuellement complétées par des brasseurs d'air, de sorte que :

Calculs effectués par simulation thermique dynamique sur une année climatique conventionnelle, selon les spécifications décrites en annexe 1



**Les conditions d'ambiance (température résultante et humidité de l'air) restent dans la zone de confort (dite de Givoni) correspondant à la vitesse d'air créée sur la zone d'occupation par les dispositifs passifs ou le brasseur d'air mis en oeuvre.**

tolérance de dépassement de cette exigence	RdC, R+1	<b>≤ 100 h/an</b>
	R+2 R+3	<b>≤ 75 h/an</b>
	R+4 et plus	<b>≤ 50 h/an</b>

## énergies renouvelables

Pour les usages à forte consommation d'ECS (logement, restauration scolaire ...) l'eau chaude sanitaire sera assurée au maximum par une production solaire

couverture solaire de l'ECS des logements et de la restauration scolaire	<b>≥ 80 %</b>
--	---------------

Pour tous types de bâtiment, seront prévus les locaux et attentes permettant l'installation ultérieure d'une production photovoltaïque .

Dans les locaux tertiaires et les commerces, une production photovoltaïque de tout ou partie des besoins électriques sera appréciée

## consommations énergétiques

**le projet respectera toutes les exigences du référentiel PERENE, dans sa mise à jour de 2009**

Le ratio énergétique global Rg, selon la définition PERENE mais ramené à la surface de plancher sera inférieur à :

	Rg (kWh <sub>ei</sub> /m <sup>2</sup> <sub>SdP</sub> )	usages pris en compte
logement	<b>≤ 20</b>	tous usages

bureau	≤ 20	non comprises les consommations privatives de process (bureautique, prises)
petit commerce	≤ 40	non comprises les consommations privatives de process
commerce alimentaire	≤ 200	tous usages
enseignement primaire	≤ 20	tous usages

Des indications sont fournies en annexe 1 pour le calcul des différents usages.

En plus de l'exigence en Rg fixée dans le PLU, les commerces devront obtenir le niveau A de l'étiquette énergie Commerce GMS réunionnais (ratio en consommation totale électrique ramenée à la surface de vente)

étiquette énergie Commerce GMS Réunionnais, niveau A consommation électrique tous usages (kWh/m <sup>2</sup> <sub>SV</sub> )	≤ 675
---	-------



Les consommations pour l'éclairage extérieur de la parcelle seront limitées

	voirie douce	voirie VL
consommation (kWh/ml de voirie)	≤ 1,5	≤ 5
éclairage E (lux)	2,5 ≤ E ≤ 5	5 ≤ E ≤ 10
uniformité	≥ 0,2	

Les réseaux électriques seront adaptés aux exigences des OAP :

puissance fournie	logements sociaux	≤ 5 kVA/log	foisonné
	bureaux	≤ 0,06 kVA/m <sup>2</sup> <sub>SdP</sub>	non foisonné
	commerces	≤ 0,08 kVA/m <sup>2</sup> <sub>SdP</sub>	non foisonné

Et pour chaque logement, des dispositifs de délestage permettront de maintenir

puissance appelée par logement (kVA/m <sup>2</sup> SdP)	≤ 0,06
---	--------

**des systèmes d'instrumentation des bâtiments seront installés afin d'assurer le suivi des puissances et consommations**

## EXIGENCES TECHNIQUES DETAILLEES

### confort thermique

- Il sera vérifié, à partir de l'APS, que la température de surface des parois intérieures des locaux ne dépasse pas la température d'air du local
- aucun vitrage n'aura une inclinaison inférieure à 60° par rapport à l'horizontale
- tous les locaux à occupation prolongée seront équipés d'attentes pour brasseurs d'air. Des simulations thermiques dynamiques démontreront si des brasseurs doivent être installés ou non. Ces brasseurs d'air devront être de diamètres supérieurs à 120 cm et susceptibles de créer, sur la zone d'usage, une vitesse d'air au moins égale à 1,5 m/s.
- Les vitrines des locaux rafraîchis seront équipées de doubles vitrages isolants

### rafraîchissement

- L'installation de rafraîchissement, si elle est nécessaire, ne pourra fonctionner que de décembre à mars avec une consigne qui ne sera pas inférieure à 28°C, et sera justifiée par des simulations thermiques dynamiques.
- la production de froid pour le rafraîchissement, si elle est nécessaire, sera réalisée par split. Le condenseur extérieur sera obligatoirement situé dans une zone ombragée et fraîche et éloignée de toute baie.
- la ventilation des locaux de commerce alimentaire rafraîchis sera une ventilation mécanique double flux et les débits de ventilation seront limités au plus près des débits nécessaires pour une bonne qualité de l'air

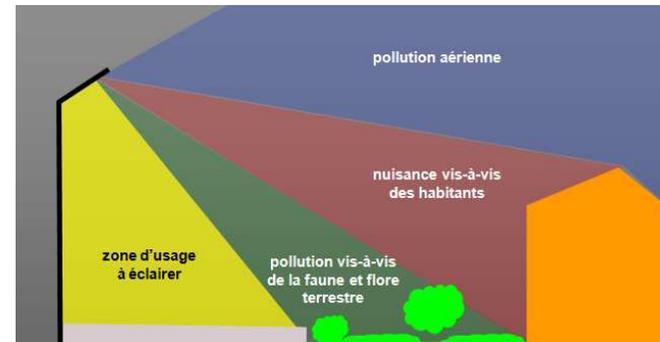
- les cahiers des charges de cession des commerces et bureaux devront intégrer des dispositions pour les aménagements bioclimatiques des locaux, selon la procédure des baux verts
- il sera prévu des dispositions spécifiques pour les process techniques (cheminées d'extraction etc...) en limitant les systématiques extractions par VMC

### éclairage

- A l'exception des vitrines, le facteur de transmission lumineuse des vitrages ne sera pas inférieur à 60%.
- Sur tout poste de lecture ou de travail, l'éclairage naturel et/ou artificiel devront assurer un niveau d'éclairement de 300 lux, sans éblouissement ni contraste excessifs. L'uniformité n'est à assurer que sur le plan de lecture ou de travail
- les luminaires seront à basse luminescence et les lampes exclusivement à basse consommation (LED et fluorescentes)
- la puissance installée pour l'éclairage ne dépassera pas 0,02 W/m<sup>2</sup>.lux
- les éclairages des espaces extérieurs de desserte des locaux respecteront les dispositions suivantes :
  - fraction du flux total du luminaire émise directement vers le ciel (ULOR) nulle
  - horloge pour détermination des horaires d'éclairage
  - commande manuelle favorisée

### éclairage extérieur (espaces extérieurs et coursives)

- caractéristiques des luminaires
  - le flux lumineux sera totalement dirigé, vers le bas, sur la surface à éclairer
  - le luminaire sera muni d'un réflecteur empêchant la pollution lumineuse vers le ciel
  - le luminaire sera muni d'un cache empêchant l'éblouissement par la source lumineuse
  - la hauteur de la source lumineuse sera optimisée en fonction de la nature de la voie



- caractéristiques des lampes :
  - leur efficacité lumineuse sera supérieure à 100 lm/W
  - la température de couleur sera inférieure à 2300 K pour fournir une lumière jaune, proche de la lumière naturelle
- gestion de l'installation
  - l'éclairage sera allumé dès que la luminosité devient inférieure à 20 lux plus de 10 mn
  - une plage d'extinction sera prévue pendant les heures de repos usuelles, soit de 22 h à 6 h. Cette période sera la plus longue possible. A défaut d'extinction, une forte réduction de puissance sera prévue .

### réseau électrique, comptage

- Un comptage global (compteur EDF) sera mis en œuvre dans chaque logement. Sur les autres typologies de bâtiment, 4 comptages séparés seront mis en œuvre: global + circuits froid + éclairage + prises séparées
- un suivi des consommations (système TEE0) sera mis en œuvre sur la ZAC afin d'assurer le suivi des puissances et consommations d'énergie, des consommations d'eau et des productions d'énergies renouvelables.
- les transformateurs implantés dans le cadre de l'opération doivent intégrer des postes complémentaires pour le raccordement au réseau de la production d'énergie

## 2. PAYSAGE ET BIODIVERSITE

### EXIGENCES FONDAMENTALES

#### paysage et biodiversité

Tout en préservant les structures paysagères remarquables et les milieux naturels majeurs, il s'agit de développer une ville jardin, des milieux écologiquement cohérents, dans lesquels le paysage participe à la création d'un îlot de fraîcheur et à la gestion des eaux pluviales..

Les espaces plantés sur le site constitueront des continuités et réservoirs écologiques secondaires, en liaison avec le mail tropical assurant lui-même la continuité écologique entre les deux ravines et la zone naturelle, réservoir de biodiversité, au-delà des ravines.

Le PLU et les OAP incitent à la préservation d'espaces plantés de pleine terre, à la création de jardins de production et de jardins familiaux au cœur même des îlots, à la diversification des espèces, à favoriser les espèces endémiques et à éliminer les espèces envahissantes :

part de la surface de la parcelle traitée en espace planté de pleine terre à usage autre que voirie et stationnement	≥ 35%
nombre d'espèces différentes sur 1000 m <sup>2</sup> de jardin	≥ 30

**Les espèces endémiques, suivant la liste jointe à la palette végétale, seront privilégiées**

**Les espèces envahissantes suivant la liste jointe en annexe (palette végétale) sont strictement interdites à la plantation**

Les espaces paysagers (ou les individus) remarquables préexistant seront préservés.

La qualité écologique passe aussi par le développement d'une faune compatible avec un usage urbain. Trois espèces marqueurs de cette biodiversité faunistique seront choisies et leur dénombrement sera suivi au fur et à mesure de la montée en puissance de la ZAC et à partir d'un point zéro.

#### approche synthétique des espaces urbains

Les choix de traitement des sols, façades et toiture devront réaliser un arbitrage entre les 3 préoccupations: biodiversité, perméabilité des sols et îlot de fraîcheur. De sorte que le coefficient de biodiversité, calculé selon la méthode décrite en annexe 6, reste supérieur à :

coefficient de biodiversité à la parcelle	≥ 0,35
---	--------

La qualité d'ambiance des espaces extérieurs sera soignée. On utilisera, notamment, les héliodons pour optimiser l'ombrage des espaces extérieurs

### EXIGENCES TECHNIQUES DETAILLEES

#### espace planté sur dalle

leur surface sera réduite au strict minimum nécessaire. Ils comporteront au moins 0,50 m de terre pour ce qui est des dalles sur parkings ou autre local enterré, et 0,30 m pour ce qui est des terrasses végétalisées des bâtiments. A défaut de pouvoir mettre en œuvre une telle épaisseur, une protection solaire par canopée autre que arbres de haute tige

#### toitures végétalisées

Elles seront privilégiées. chaque fois que la toiture n'aura pas un usage spécifique On peut mêler végétation et usage spécifique

### 3. EAUX PLUVIALES

#### EXIGENCES FONDAMENTALES

##### faire du chemin de l'eau l'armature du projet

La préservation de la perméabilité des sols est fortement réaffirmée dans le PLU et les OAP :

part de la surface de la parcelle traitée en espace perméable de pleine terre à usage autre que voirie et stationnement	≥ 35%
part des espaces extérieurs aménagés (voirie, stationnement, accès) perméables	≥ 50%

De sorte que, en arbitrage avec les préoccupations de biodiversité et d'îlot de fraîcheur, les choix de traitement des sols ne devront pas induire un coefficient de perméabilité des sols, calculé selon la méthode décrite en annexe 6, inférieur à :

coefficient de perméabilité des sols à la parcelle	≥ 0,40
--	--------

Sur chaque îlot, les eaux pluviales des espaces, toitures et voiries seront conduites, depuis la sortie de la gouttière, par des dispositifs aériens et paysagers, vers les exutoires naturels définis dans la fiche de lot.

**Les dispositifs de gestion des eaux pluviales sont aériens et paysagés**

##### maîtriser la rétention et le débit de fuite

Les eaux pluviales des îlots privés seront gérées à la parcelle par un système de collecte puis de rétention adapté aux contraintes du site et des aménagements prévus. Le système de rétention retenu sera dimensionné afin de ne pas augmenter le débit d'évacuation des eaux pour toutes les pluies d'occurrence inférieures à 30 ans. Ce réseau sera connecté au réseau public, si possible en aval des ouvrages de rétention publics

Ces bassins de rétention/infiltration seront équipés d'ouvrage de vidange avec un débit de fuite vers le réseau public ne dépassant pas le débit initial à l'îlot jusqu'à une pluie de fréquence 30 ans.

**Les rejets ne doivent pas dépasser les rejets à l'état initial pour toutes les occurrences d'orage, de Q5 à Q30**

##### maîtriser la qualité des eaux infiltrées ou rejetées

L'ensemble des eaux de voirie et de stationnement devront être traitées avant infiltration ou rejet à l'exutoire naturel. La performance de ces systèmes d'épuration devra être justifiée. L'utilisation de plantes épuratrices constituera la base des systèmes de gestion des eaux pluviales.

**utilisation de plantes épuratrices dans les systèmes de gestion des eaux pluviales.**

#### EXIGENCES TECHNIQUES DETAILLEES

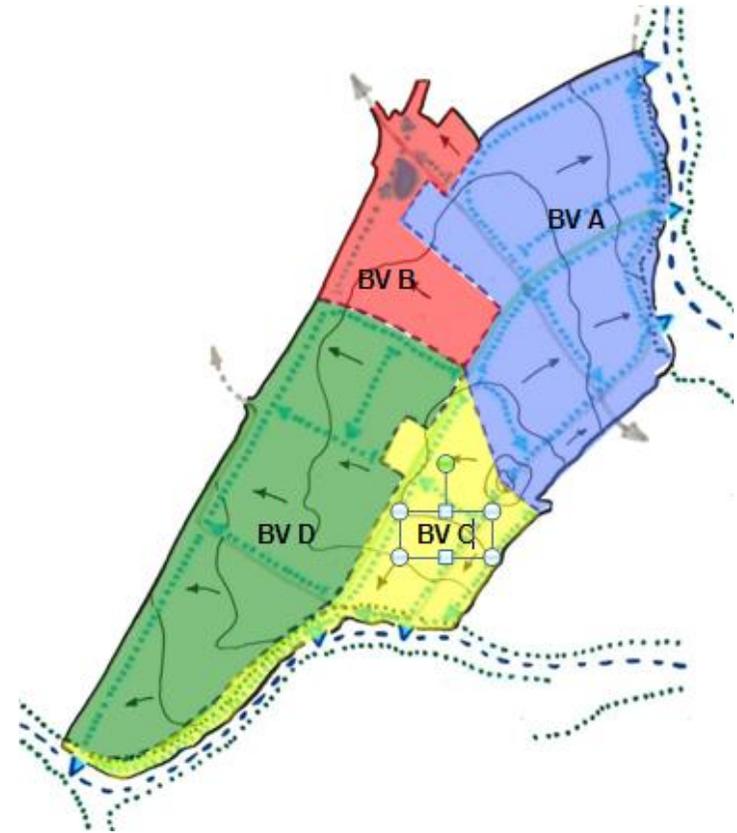
##### dimensionnement des ouvrages de rétention

les volumes de rétention seront dimensionnés à l'aide de la méthode des pluies. La fréquence la plus pénalisante étant le débit Q 5 ans, ces volumes seront dimensionnés pour cette occurrence de pluie, avec un orifice de sortie en fond de bassin calibré pour cette même période de retour. Une surverse calée à sur une pluie d'occurrence 30 ans à l'état initial sera mise en place en aval, avant arrivée des EP des espaces publics et rejet à l'exutoire..

Les débits initiaux correspondant sont indiqués, par lot, dans le tableau ci-dessous

bassin versant	exutoire	sous-bassin	débit initial l/s.ha	
			fuite 5 ans	surverse 30 ans
A	1	A1	110	264
		A2	110	266
		A3	108	264
		A4	110	262
	2	A5	120	292
		A6	120	292
	3	A7	111	270
		A8	111	269
B	4	B1	113	275
C	5	C4	106	258
		C2	109	258
	6	C1	115	280
		C3	116	280
D	8	D4	100	242
		D5	100	242
		D3	102	247
		D2	100	242
		D1	100	241

extrait du dossier loi sur l'eau



## 4. DEPLACEMENTS ET ACCESSIBILITE

### EXIGENCES FONDAMENTALES

#### mobilité douce

L'idée générale est de privilégier les déplacements doux (piéton, cycles) sur la voiture individuelle afin de réduire la part modale de la voiture individuelle pour la plupart des déplacements hors domicile/travail, voire les réduire à zéro sur les destinations de proximité à portée de pied (écoles, commerces, services administratifs, plateau sportif, front de mer) ou de pédale (collèges, lycée).

Le plan des mobilités douces favorisera donc les cheminements doux en réponse à chacun des motifs les plus courants de déplacement:

- déplacements quotidiens
  - domicile/travail : accès piéton aux arrêts de TC et notamment du TCSP
  - écoles : accès piéton
  - collège et lycée: accès piéton et vélo
  - commerces de proximité : accès piéton et vélo
- déplacements hebdomadaires
  - plateau sportif : accès piéton et vélo
  - commerces (courses hebdomadaires) : accès piéton et vélo au mail commercial
- déplacements occasionnels:
  - administratif, culturel, sportif, achats occasionnels : accès piéton ou vélo à la place de la Mairie, au centre ville, au plateau festival, au front de mer

Les cheminements sont à étudier pour optimiser (rendre le plus rapide et le plus agréable possible) les déplacements doux au sein l'îlot et vers les cibles les plus fréquentées: liaisons directes, séquences variées, ombrage, zones de repos. Ils devront être accessibles aux voitures d'enfant et aux caddies.

La part réservée à la mobilité douce sur la ZAC sera mesurée par le coefficient de mobilité douce calculé selon les modalités de l'annexe 7 :

coefficient de mobilité douce à la parcelle	<b>≥ 0,5</b>
---	--------------

#### stationnements vélo

Des objectifs de stationnements vélos liés aux bâtiments, sont inscrits dans le PLU :

logement	<b>une place par logement</b>
scolaire	<b>2 places par classe</b>
locaux tertiaires et commerces	<b>une place pour 100 m<sup>2</sup> SdP</b>

En logement, ces emplacements peuvent être disposés en étage, à condition que l'ascenseur soit dimensionné en conséquence. En bureau sera aménagé un vestiaire équipé d'une douche . Un emplacement occupe au moins 1,5 m<sup>2</sup>

## 5. GESTION DES DECHETS

### EXIGENCES FONDAMENTALES

#### déchets ménagers et d'activité

Le TCO est responsable de la collecte des déchets. Celle-ci est aujourd'hui organisée de la façon suivante:

- collecte bi-hebdomadaire des ordures ménagères en porte à porte (bac vert)
- collecte hebdomadaire en porte à porte des recyclables (bac jaune)
- collecte hebdomadaire en porte à porte des encombrants et des déchets verts
- points d'apport volontaire pour le verre

Cette collecte est appelée à fortement évoluer vers la généralisation de PAVE (point d'apport volontaire enterré), une réduction de la fréquence des fermentescibles (une par semaine), la suppression de la collecte des encombrants (remplacée par une déchetterie et une ressourcerie).

En attendant, la collecte sera réalisée sur chaque lot en deux séquences.

1. Des points décentralisés et extérieurs de collecte des déchets par conteneurs seront prévus à environ 50 m au plus de chaque entrée d'immeuble. Leur architecture sera soignée. Ils seront protégés et largement ventilés. Leur surface (m<sup>2</sup>) sera conforme au référentiel déchets TCO et ne sera pas inférieure à:

		unité	surface minimum
logement	<b>5 + 0,4 x nb logements</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>5 m<sup>2</sup></b>
scolaire	<b>4 + 0,8 x nb classes</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>6 m<sup>2</sup></b>
bureaux	<b>0,13 x nb employés</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>6 m<sup>2</sup></b>

2. Les conteneurs seront rassemblés vers une zone centrale par îlot, en bordure d'îlot, accessible aux véhicules effectuant la collecte

La collecte des déchets des commerces suivra la même logique. Les déchets alimentaires seront collectés en chambre froide (gros volumes) ou en conteneurs réfrigérés (petits volumes). Le transport depuis les points décentralisés jusqu'à la zone centrale sera de la responsabilité du gestionnaire du centre.

Les déchets verts des jardins devront pour au moins 90 % (sauf évènement cyclonique) être recyclés in situ après broyage si nécessaire. L'objectif avec les composteurs et les modes de nutrition (jardins partagés) sera de réduire de 70 % la charge actuelle de déchets évacués.

volume de compostage	<b>0,5 à 1 m<sup>3</sup> pour 20 habitants</b>
----------------------	--

Les bacs à compost devront être placés à proximité des zones de circulation entre le logement et le local à poubelle, afin de favoriser leurs utilisations. Chaque jardin familial devra être équipé d'un composteur.

Chaque projet devra indiquer les objectifs qu'il se fixe en terme de gestion des déchets fermentescibles, et ce, dans le cadre d'une réduction de l'ordre de 50 % des productions habituelles de référence..

#### déchets de chantier

Une Charte de Chantier Vert sera mise en œuvre sur la ZAC. Elle traitera, entre autres de la gestion des déchets de chantier. Elle définira, dans un SOGED (Schéma d'Organisation et de GEstion des Déchets), les modalités et les responsabilités de la gestion des déchets. Elle fixera des objectifs de valorisation:

part des déchets inertes valorisés (en poids)	<b>≥ 60 %</b>
part des autres déchets valorisés (en poids)	<b>≥ 15 %</b>

## 6. FORMES URBAINES ET DENSITE

### EXIGENCES FONDAMENTALES

#### densité

Une densité moyenne de 50,7 logements/ha à l'échelle de la ZAC se décline en s'atténuant progressivement de la centralité vers la périphérie. Les densités spécifiques à chaque lot sont décrites dans les OAP.

#### diversité

Elle sera recherchée

- à l'échelle du paysage en variant les épannelages et les typologies de bâtiment
- à l'échelle de l'îlot en variant les utilisations de l'espace: espace intérieur privatif, varangue et accès aux logements, jardins privatifs, jardins partagés ...

**au moins 50% des logements disposeront d'un jardin ou d'une terrasse privative d'au moins 14 m<sup>2</sup>**

- à l'échelle d'un bâtiment en variant les typologies et les plans de cellules

#### approche synthétique de la forme urbaine et de la densité

Cette diversité des formes urbains permettra notamment, en créant des failles, des transparences et des porosités, de concilier la nécessaire densité avec les non moins nécessaires qualités que sont l'accès aux vues, à la lumière naturelle et aux vents.

## 7. NUISANCES

### EXIGENCES FONDAMENTALES

#### acoustique extérieure

Le réseau viaire actuel et futur constitue la principale source de nuisance acoustique:

- la rue Leconte Delisle dans l'état actuel
- les futures voies de contournement du centre ville, dans l'état futur: ring, nouvelle voie nord-sud et chemin du Bœuf Mort.

Cela peut constituer, à certaines heures de la journée, pour les locaux situés à moins de 15 m de la voie, une nuisance ponctuelle qui justifierait de privilégier, temporairement, le confort acoustique sur le confort thermique et de trouver des solutions sur la source, sur les espaces intermédiaires, sur l'implantation des bâtiments, sur la conception de la façade et des ouvrants, ou sur l'organisation des cellules

**prise en compte de la présence de nuisances temporaires pour les locaux situés à moins de 15 m du réseau viaire bruyant**

#### acoustique intérieure

En matière d'acoustique intérieure, les préconisations devront résulter d'un arbitrage entre les nécessités de la ventilation naturelle pour assurer le confort thermique passif et les nécessités du confort acoustique décrites ci-dessous

Un zonage rigoureux entre zones potentiellement bruyantes (zones de livraisons, locaux et équipements techniques, zones de restauration, zones d'attente des équipements, sorties d'établissements de nuit ...) et les zones souhaitées calmes (espaces de vente, bureaux, salles de classe, espaces extérieurs de détente et de repos ...) sera établi

logement	application de la RTAA DOM
scolaire	arrêté du 25 avril 2003 réglementant l'acoustique des établissements scolaires
bureaux	application de la norme NF S31-080 niveau "courant"

#### pollution de l'air et odeurs

Les principales sources de pollution ou d'odeurs sont, d'une part le trafic automobile, d'autre part les lieux de stockage des déchets.

Pour ce qui est du trafic, le diagnostic est le même que pour l'acoustique et les dispositifs urbains et architecturaux prévus pour l'acoustique sont aussi valables pour la pollution due au trafic.

Pour ce qui est du stockage des déchets, on veillera à leur ventilation, leur ombrage et leur positionnement à l'écart par rapport aux zones d'occupation prolongée (intérieures ou extérieures) et de circulation

#### pollution lumineuse

Les préconisations de la fiche "énergie et climat" portant sur l'éclairage public prennent en compte une maîtrise de la pollution lumineuse vis-à-vis de usagers de la ZAC, de la faune et de la flore. On veillera particulièrement à limiter les niveaux d'éclairage, à prévoir des plages d'extinction nocturne, à optimiser la direction du faisceau lumineux et à la température de couleur des lampes.

température de couleur (K)	≤ 2300
----------------------------	--------

La même réflexion portera sur d'autres thèmes: panneaux publicitaires, enseignes, éclairage architectural des édifices publics, stationnements ouverts sous bâtiments ...

#### pollution électromagnétique

Les sources potentielles de pollution sur le site sont

- la ligne aérienne HTB (63 kV) au nord du site, avant qu'elle ne devienne enterrée
- une ligne aérienne HTA (20 kV)
- les futurs transformateurs, antennes relais, émetteurs WIFI.

A défaut de réglementation sérieuse, nous adopterons les limites d'exposition aux champs ci-dessous:

basse fréquence 50 Hz (lignes électriques)	champ électrique	$\leq 0,6 \text{ V/m}$
	champ magnétique	$\leq 0,4 \mu\text{T}$
ondes hyperfréquence (antennes téléphoniques mobiles, WIFI ...)		$\leq 0,6 \text{ V/m}$

Le principe de précaution conduit donc à prévoir une zone de protection sur laquelle aucune occupation permanente (pièce d'un logement, poste de travail ...) ne peut être prévue. La distance à la source de cette zone de protection peut être prise à:

ligne électrique HTB 63 kV	$\geq 100 \text{ m}$
ligne électrique HTA 20 kV	$\geq 20 \text{ m}$
émetteur d'une antenne relai (dans l'axe du faisceau)	$\geq 30 \text{ m}$
Emetteur WIFI, poste de transformation	$\geq 3 \text{ m}$

### charte de chantier vert

Une Charte de Chantier Vert sera mise en œuvre sur la ZAC. Elle traitera des déchets de chantier (voir fiche correspondante), des consommations d'énergie et d'eau en phase chantier et de la maîtrise des nuisances du chantier. Elle définira les modalités, les responsabilités et les modes de contrôle lors du chantier

### EXIGENCES TECHNIQUES DETAILLEES

#### éclairage public

On se référera utilement aux recommandations du CCTP éclairage public publié par l'ANPCEN (Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes)

#### couche d'ozone

les installations produisant du froid n'utiliseront que des fluides frigorigènes à ODP nul et GES neutre comme le CO<sub>2</sub>

## 8. FONCTIONS URBAINES ET MIXITE

### EXIGENCES FONDAMENTALES

#### mixité

Le programme et les OAP déclinent lot par lot, les objectifs de mixité fonctionnelle (de l'échelle de la ZAC à celle du bâtiment, y compris dans les îlots de centralité), sociale et générationnelle.

#### élasticité

la ZAC, son programme et ses usages, doivent pouvoir évoluer dans le temps et s'adapter aux inéluctables changements du contexte dans le futur.

La cohabitation d'habitants riverains avec les activités du chantier sera organisée. Après livraison des bâtiments, dans la vie future de la ZAC, l'élasticité passe essentiellement par la mutabilité des usages. Celle-ci sera étudiée : reconversion de logements en bureaux, de commerces en rez-de-chaussée en bureaux ou en logement ...

#### convivialité, urbanité, agrément

Cela passe d'abord par un cadre de vie agréable et confortable. Le confort hygrothermique des espaces extérieurs, publics ou privés, est une clef indispensable de la qualité du projet d'ensemble.

Il s'agit, par une approche aéro-climatique, d'optimiser l'irrigation de chaque espace. Le confort sera recherché notamment par les principes de canopée, de protection solaire du sol, de faible émissivité, de porosité du plan masse et notamment des rez-de-chaussée ...

Ces préoccupations seront étendues à tout cheminement piéton. . Ils seront, en toute saison, protégés du soleil, de la pluie et des vents les plus forts. Ils comporteront des zones de repos abritées du bruit, du soleil, et de la pluie, ventilées mais protégées des vents trop violents. Ces zones seront équipées de bancs et, pour certaines, de jeux d'enfant.

Il sera également recherché une grande qualité de confort des espaces intermédiaires associés (coursives de distribution, ...) permettant de générer une vie active "extérieure" ou pouvant bénéficier d'effets de varangues.

Au sein des îlots, les lieux de rencontre seront favorisés: espaces extérieurs protégés du soleil et munis de bancs, jardins partagés, locaux collectifs résidentiels.

part des espaces plantés de pleine terre de l'îlot affectée aux jardins (familiaux, de production ou d'agrément)	≥ 20%
--	-------

En cas de regroupement des jardins de plusieurs parcelles à l'échelle de l'îlot, tout habitant de l'îlot doit avoir la possibilité de jardiner et d'avoir accès à un jardin.

## 9. EAUX POTABLES ET POLLUEES

### EXIGENCES FONDAMENTALES

#### maîtriser les consommations d'eau potable

L'arrosage sera limité par le choix d'espèces adaptées au climat, l'arrosage nocturne, le paillage ou autres systèmes favorisant le maintien de l'humidité du sol. L'usage de l'eau potable sera limité pour les opérations d'arrosage comme d'entretien et de nettoyage.

**aucun prélèvement ne sera accepté à partir du réseau d'eau potable pour l'arrosage et le nettoyage des espaces extérieurs**

L'alternative sera recherchée dans le recours à la récupération des eaux grises pour les jardins privés, au réseau d'eau brute du Conseil Général pour les espaces publics et les jardins collectifs des îlots.

La consommation d'un logement ne dépassera pas

consommation d'eau potable en logement  $\leq 45m^3/an.pers$

### EXIGENCES TECHNIQUES DETAILLEES

#### gouttières

Toutes les gouttières seront raccordées sur des systèmes aériens par des ouvrages type lits d'enrochements. Aucun raccordement direct des gouttières sur le réseau public ne sera prévu.

## 10. MATERIAUX ET SYSTEMES CONSTRUCTIFS

### EXIGENCES FONDAMENTALES

#### émission de polluants, qualité de l'air

Le choix de matériaux à faible contenu ou émission permettra de limiter à la source les polluants ci-dessous :

- composés organiques volatils (COV)
- fibres
- particules allergisantes
- produits toxiques en situation normale et accidentelle (incendie)

Rappel: voir en fiche 1 (climat et énergie) les exigences de renouvellement d'air qui sont déterminantes sur la qualité de l'air intérieur.

#### matériaux renouvelables et économie de matière première

Dans le choix des matériaux et systèmes constructifs, l'économie de matière sera un critère et seront privilégiés les produits et composants à faible contenu en énergie grise et notamment ceux issus de matières premières biosourcés.

Sur chaque bâtiment, sera mise en œuvre une quantité minimum de bois

quantité minimum de bois	$\geq 20 \text{ dm}^3/\text{m}^2_{\text{SdP}}$
--------------------------	--

#### énergie grise

Il sera, notamment, tenu compte de l'origine des matériaux approvisionnés sur l'île et de l'impact du transport en termes d'énergie grise

consommation procédé en énergie primaire non renouvelable	$< 1600 \text{ kWh}_{\text{EP}}/\text{m}^2_{\text{SdP}}$
---	--

selon la méthode de calcul simplifiée fournie en annexe 3

#### filières locales

Dans le choix des matériaux et systèmes constructifs, le recours aux filières locales permet d'être plus respectueux de l'environnement

### EXIGENCES TECHNIQUES DETAILLEES

#### Conception générale des ouvrages

- on évitera le gaspillage de matériaux par des choix architecturaux et techniques raisonnables, fonctionnels et faciles d'entretien
- A qualité égale par ailleurs, on privilégiera les matériaux à base de matières premières renouvelables
- On privilégiera les matériaux issus de filières locales ou ceux dont les impacts liés au transport sont réduits

#### Legionellose

Des dispositifs évitant le développement de légionelles seront mis en œuvre. Ces bactéries prolifèrent si la température de l'eau est comprise entre 25 et 45 °C, avec un optimum vers 35 °C. Elles sont inactivées en 15 minutes à 55 °C et en deux minutes à 60 °C. La maladie se transmet par inhalation d'eau en aérosol

- éviter les tours aérorefrigérantes humides
- sur les installations solaires individuelles, vérifier le bon fonctionnement de l'ap-point qui maintient la température au-dessus de 50°C en cas de faible ensoleillement, et permet de réaliser un pic journalier d'au moins 2 mn à 60°C
- sur les installations collectives, prévoir des pics réguliers à 60°C
- éviter les canalisations trop longues et les bras morts
- effectuer un pic prolongé à 60°C en cas de remise en route d'une installation après arrêt prolongé

#### Isolation

- Les fibres minérales utilisées devront justifier des tests de non cancérrogénicité : taille des fibres et bio solubilité, prévus par la directive européenne 97/69/CE du 5/12/97 (transposée en droit français le 28/8/98) permettant de les exclure de la catégorie des produits dangereux classés Xn.
- Les isolants fibreux, situés à l'intérieur de l'espace habité doivent être ensachés et leurs champs protégés (peinture).

#### Ouvrages en bois

- Seront préférées les essences naturellement durables pour la classe de risque.

- A défaut, les produits de traitement préventif des bois devront être strictement adaptés (sans excès) à la classe de risque et les procédés les moins nocifs pour l'environnement seront préférés. Les produits à base de créosotes et PCP ne sont pas autorisés. Les traitements autoclave à base de CCA sont interdits et les produits certifiés CTB P+ exigés. Dans le choix des traitements des bois, les techniques à moindre impact seront préférées.
- La garantie de renouvellement de la ressource sera justifiée par la production d'un label (FSC, PEFC ou équivalent) certifiant que les bois proviennent d'une exploitation durablement gérée

#### **Peinture et revêtements muraux**

- Sont exigés les peintures, lasures ou vernis bénéficiant des labels Air Indoor Comfort gold, Ange Bleu, Eco-label européen ou de toute autre label environnemental équivalent.
- sont préférés les produits qui limitent les quantités de résines et justifient de la qualité environnementale des résines utilisées
- Sont interdits, même labellisés
  - les produits comportant plus de 2.5 % de solvant organique ou/et présentant une concentration en COV (composés organiques volatils) supérieure à 15g/l de produit.
  - les produits comportant des pigments à base de métaux lourds (plomb, cadmium, chrome ...).
  - les produits contenant les éthers de glycol classés reprotoxiques de classe II

#### **Menuiseries intérieures / cloisons**

- Sont privilégiés les produits à base de panneaux HDF
- Les panneaux de fibres devront appartenir à la classe A de la norme EN 622-1 (norme d'essai NF EN 120) ou de niveau E1 (émission en formaldéhydes inférieure ou égale à 9 mg/100g)
- Les panneaux contreplaqués devront appartenir à la classe A de la norme NF EN 1084 (norme d'essai EN 717-2 (émission en formaldéhydes inférieure ou égale à 3.5 mg/m<sup>2</sup>.h)
- Les panneaux de particules devront appartenir à la classe 1 de la norme EN 312-1 (norme d'essai NF EN 120) (émission en formaldéhydes inférieure ou égale à 8 mg/100g)

#### **Colles à bois**

- sont préférées les colles d'acétate polyvinylique solubles dans l'eau (colle PVAC). A défaut, choisir des produits en phase aqueuse possédant moins de 5% de solvants organiques.
- Sont préférés les produits et modes de pose qui limitent la quantité de colle et utilisent de préférence des colles sans solvant organique, bénéficiant des marques Ange Bleu, Eco-label européenne de toute autre marque environnemen-

tale équivalente. Les produits d'installation (colles, ragréage, primaire) classés EC1 (classification EMICODE), à très faible émissions de COV seront favorisés

#### **Moquettes**

- Les moquettes mises en œuvre devront justifier du label GUT.

#### **Tous ouvrages**

- Les produits émettant des vapeurs toxiques (acide chlorhydrique, acide cyanhydrique) en cas d'incendie ou d'échauffement sont interdits en contact avec le volume habité. Il s'agit notamment des PVC et polyamides
- S'ils sont utilisés hors du volume habitable, les produits à base de PVC ne devront pas comporter :
  - de Cadmium.
  - de stabilisants à base de Plomb et de Cadmium. Les produits de substitution possibles sont les composés à base de calcium-zinc.
  - de plastifiants DEHP ou DOP

## TABLEAU DE BORD RECAPITULATIF

### lecture et mode d'emploi du tableau de bord

	ESQ	PC	PRO/DCE	chantier	livraison	après livraison
acteurs de chaque parcelle en responsabilité par phase	maître d'ouvrage maître d'oeuvre	maître d'ouvrage maître d'oeuvre	maître d'ouvrage maître d'oeuvre	maître d'ouvrage maître d'oeuvre entreprise	maître d'ouvrage maître d'oeuvre entreprise	gestionnaire usager
exigence réglementaire						
autre exigence du référentiel						
rendu ou évaluation ne correspondant pas à la phase concernée						
évaluation par calcul prévisionnel de l'indicateur inscrit au référentiel						
évaluation qualitative sur plan ou par observation						

	indicateur	exigence	ESQ	PC	PRO/DCE	chantier	livraison	après livraison
--	------------	----------	-----	----	---------	----------	-----------	-----------------

ENERGIE ET CLIMAT								
implantation et orientation	QUAL							
morphologie	QUAL							
Ilot de fraîcheur	QUAL						mesure température	enquête
	coefficient CIF	<b>≥ 0,35</b>						
aéraulique intérieure et porosité	porosité POR	L ≥ 30 %	B ≥ 35 %	C ≥ 35 %				
	ratio POR/PROF	<b>≥ 2,5 %</b>						
protection solaire des baies	facteur solaire S	S ≤ 0,4	N&E ≤ 0,3	O ≤ 0,25				
protection solaire des murs	facteur solaire S	<b>≤ 0,05</b>						
protection solaire des toitures	facteur solaire S	<b>≤ 0,02</b>						
éclairage naturel	pièces principales	facteur de jour FLJ	L ≥ 1 %	B ≥ 1,5 %	C			mesure FLJ enquête
	pièces humides, vente, stock	O/N	<b>lumière naturelle directe</b>					
ventilation hygiénique et qualité de l'air	taux de renouvellement n	L ≥ 0,5 vol/h	B et C ≥ 30 m <sup>3</sup> /h.occ				mesure polluants	enquête
confort hygrothermique	nombre d'heure de dépassement de la zone de confort (STD)	RdC & R+1 ≤ 100 h	R+2 & R+3 ≤ 75 h	R+4 & plus ≤ 50 h				enquête + relevé température
énergies renouvelables	couverture solaire ECS	L ≥ 80 %	B	C				comptage

		indicateur	exigence				ESQ	PC	PRO/DCE	chantier	livraison	après livraison
consommations énergétiques		ratio énergétique global Rg	kWh <sub>ef</sub> /m <sup>2</sup> SdP									comptage
			L	B	C	C						
			tous usages	hors bureaux	tous usages	hors process						
			≤ 20	≤ 20	≤ 200	≤ 40						
étiquette énergie commerce Réunion		niveau	<b>A</b>									comptage
éclairage voiries	consommation (kWh/ml)	C (kWh/ml)	voirie douce ≤ 1,5		voirie VL ≤ 5							comptage
	éclairage	E (lux)	2,5 ≤ E ≤ 5		5 ≤ E ≤ 10						mesure éclairage	enquête
	uniformité	coefficient	≥ 0,2									
puissance électrique fournie par les réseaux		puissance P	L ≤ 5 kVA	B ≤ 0,06 kVA/m <sup>2</sup>	C. ≤ 0,08 kVA/m <sup>2</sup>							comptage
puissance électrique appelée logement		puissance P	≤ 0,06 kVA/m <sup>2</sup> SdP									comptage
système de comptage		QUAL										exploitation du système

<b>PAYSAGE ET BIODIVERSITE</b>													
pleine terre		ratio de pleine terre à l'ilot	≥ 35%										
qualité écologique		QUAL										observation, dénombrement	suivi écologique espèces
nombre d'espèces différentes		ratio	≥ 30 / 1000 m <sup>2</sup>										
nombre d'espèces envahissantes		ratio	0										
espèces endémiques		QUAL											
biodiversité		coefficient CBD	≥ 0,35										

<b>Eaux Pluviales</b>												
perméabilité des sols		ratio / surface extérieure aménagée	≥ 50%									mesure débits rejetés, stockage, qualité des eaux
		coefficient CPS	≥ 0,40									
dispositifs aériens et paysagers		QUAL										
qualité de la rétention		débit de fuite	≤ débit de fuite initial									
		volume de stockage	≥ Vol pour Q5 à 30									
traitement phytoremédiation		QUAL										

<b>DEPLACEMENTS ET ACCESSIBILITE</b>												
qualité de la mobilité douce		QUAL										enquête
part de la mobilité douce sur la ZAC		coefficient CMD	≥ 0,5									
stationnements vélos		nb d'emplacement	L 1/logt	B et C 1/100 m <sup>2</sup> SdP								

	indicateur	exigence	ESQ	PC	PRO/DCE	chantier	livraison	après livraison
<b>GESTION DES DECHETS</b>								
qualité de la gestion des déchets	QUAL							
surface des locaux déchets	ratio de surface	L $\geq (5 + 0,4 \times nb_{logt}) \text{ m}^2$ B $\geq (0,13 \times nb_{empl}) \text{ m}^2$						enquête + comptage
Bacs de compostage	nb bacs	<b>0,5 à 1/ m<sup>3</sup> /20 hab</b>						
déchets de chantier	part des déchets valorisés (en poids)	déchets inertes $\geq 60 \%$ autres déchets $\geq 15 \%$				suivi des déchets	bilan final	
<b>FORMES URBAINES &amp; DENSITE</b>								
densité	QUAL							enquête
diversité	QUAL							
disposition de jardin ou terrasse privative	nb de logements	<b><math>\geq 50\%</math> à <math>14 \text{ m}^2</math></b>						
<b>NUISANCES</b>								
acoustique extérieure	QUAL							mesure + enquête
acoustique intérieure	QUAL	L RTAA DOM B NF S31-080 "courant"					mesure	
pollution de l'air et odeurs	QUAL						mesure	mesure + enquête
pollution lumineuse	QUAL						mesure	mesure + enquête
température de couleur des lampes	Tc	<b><math>\leq 2300 \text{ }^\circ\text{C}</math></b>						
pollution électro-magnétique	QUAL						mesure	mesure + enquête
<b>FONCTIONS URBAINES &amp; MIXITE</b>								
mixité	QUAL							enquête
élasticité	QUAL							
convivialité, urbanité, agrément	QUAL							
jardins familiaux	ratio/pleine terre	<b><math>\geq 20\%</math></b>						



ZAC Cœur de Ville à la Possession  
référentiel développement durable et changement climatique – construction - REFERENTIEL

	indicateur	exigence	ESQ	PC	PRO/DCE	chantier	livraison	après livraison
<b>EAUX POTABLES ET POLLUEES</b>								
qualité de la gestion de l'eau potable	QUAL							mesure
consommation d'eau potable de réseau	consommation d'eau	L $\leq 45 \text{ m}^3/\text{an.pers}$						comptage

<b>MATERIAUX &amp; SYSTEMES CONSTRUCTIFS</b>								
émissions de polluants, qualité de l'air	QUAL							mesure + enquête
bois	ratio	$\geq 20 \text{ dm}^3/\text{m}^2_{\text{SdP}}$						
énergie grise	ratio/ espace ext	$< 1600 \text{ kWh}_{\text{EP}}/\text{m}^2_{\text{SdP}}$						
recours aux filières locales	QUAL							



# annexes

## annexe 1 – définitions et conventions de calcul

Ne sont reprises ci-dessous que les définitions d'indicateurs non décrits dans PERENE

### surface de plancher brute

La surface de plancher « brute »  $S_{dPB}$  est égale à la somme des surfaces de planchers de chaque niveau clos et couvert, calculée à partir du nu intérieur des façades après déduction :

1. Des surfaces correspondant à l'épaisseur des murs entourant les embrasures des portes et fenêtres donnant sur l'extérieur
2. Des vides et des trémies afférentes aux escaliers et ascenseurs
3. Des surfaces de plancher d'une hauteur sous plafond inférieure ou égale à 1,80 mètre
4. Des surfaces de plancher aménagées en vue du stationnement des véhicules motorisés ou non, y compris les rampes d'accès et les aires de manœuvres
5. Des surfaces de plancher des combles non aménageables pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial
6. Des surfaces de plancher des locaux techniques nécessaires au fonctionnement d'un groupe de bâtiments ou d'un immeuble autre qu'une maison individuelle au sens de l'article L. 231-1 du code de la construction et de l'habitation, y compris les locaux de stockage des déchets
7. Des surfaces de plancher des caves ou des celliers, annexes à des logements, dès lors que ces locaux sont desservis uniquement par une partie commune ;

La surface de plancher « brute » est donc égale à la surface de plancher définie par le Décret n°2011-2054 du 29 décembre 2011, avant déduction des 10% forfaitaires liés aux dessertes communes intérieures. Elle est égale à la somme des surfaces dans œuvre des logements et des circulations intérieures.

### surface de parcelle, d'îlot, d'espaces publics, de ZAC

Le PLU fait référence à la parcelle objet du dépôt de PC. Les OAP définissent des lots ou sous-lots (par exemple 11A2). Tous les ratios urbains du référentiel construction sont ramenés à la parcelle.

### indice d'ouverture IOUV

Somme des surfaces de toutes les baies du (mesurée en tableau) divisée par la Surface de plancher brute. Il peut être calculé sur l'ensemble du bâtiment ou sur un local.

### facteur de lumière de jour FLJ

Rapport de l'éclairement reçu sur un plan de travail intérieur à l'éclairement qu'il recevrait s'il était extérieur et en site entièrement dégagé. Le FLJ se calcule sous un ciel conventionnel uniforme.

### taux de renouvellement d'air n

Il s'agit du volume d'air neuf introduit dans un local en une heure et ramené au volume du local.

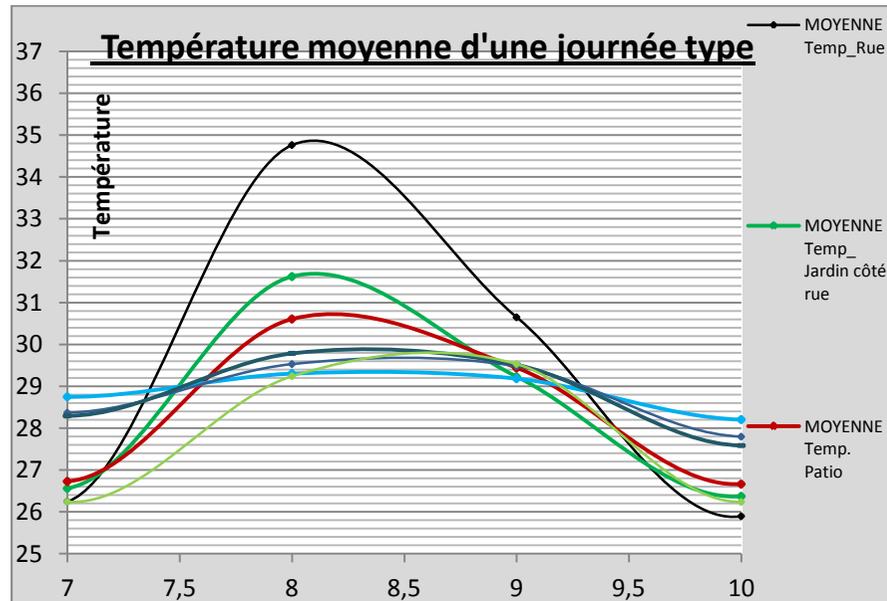
C'est un paramètre déterminant de la qualité de l'air intérieure. Il permet de diluer et évacuer les polluants

- produits de façon intermittente par l'occupation du local
- émis de façon continue par les composants mêmes du bâti

### îlot de fraîcheur

C'est le moyen dont disposent les concepteurs pour réguler les ambiances extérieures et réduire la température résultante des espaces extérieurs entourant un bâtiment. Pour ce faire, il convient de :

- fortement végétaliser pour bénéficier de l'ombrage sur les sols et de l'effet rafraîchissant de l'évapo-transpiration des plantes
- fortement ventiler pour évacuer les surchauffes
- éviter tout apport de chaleur et notamment les rejets dus aux systèmes de climatisation, les pertes des moteurs thermiques des automobiles
- ...



La figure ci-dessus est tirée de mesures effectuées sur l'îlet du Centre à Saint Pierre, bâtiment regroupant logements et bureaux et protégé de la rue par un tampon végétal de plus de 3 m de profondeur avec protections climatiques des espaces intermédiaires.

## énergie grise

Il s'agit de la quantité d'énergie primaire consommée sur tout le cycle de vie du bâtiment, en amont de la phase d'utilisation, de l'extraction des matières premières au chantier, et en aval, de la déconstruction à la mise en décharge des déchets ultimes.

## simulations thermiques dynamiques, confort thermique

Tous les calculs seront effectués par simulation thermique dynamique (STD) sur un outil permettant de simuler les transferts aérauliques. A défaut, les débits de renouvellement d'air pris en compte dans les calculs devront être justifiés. Ces différentes simulations seront réalisées sur l'année climatique conventionnelle jointe à l'outil PERENE (zone 1) ou sur un fichier météo statistique correspondant à la station du Port. Les données de vent seront adaptées au site de la ZAC. Ces STD seront utilisées pour le calcul des besoins et des consommations de rafraîchissement, s'il y en a, ainsi que pour l'étude du confort thermique passif.

Les calculs porteront sur:

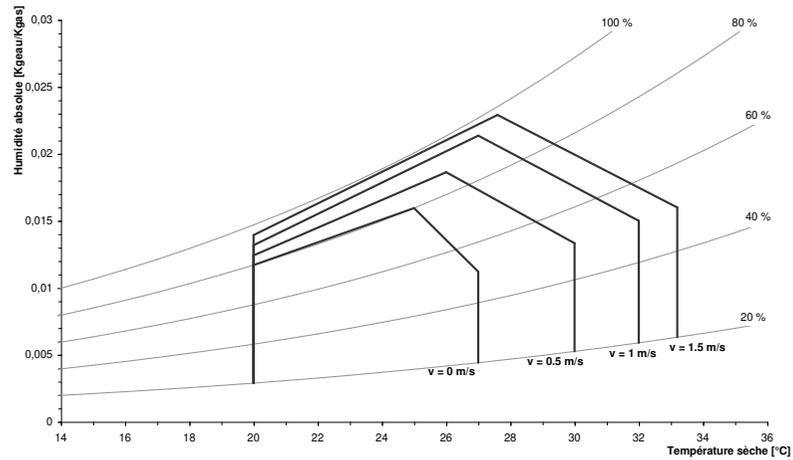
- en résidentiel, au moins 9 logements: 3 en niveau bas, 3 en niveau intermédiaire et 3 en niveau haut. Sur chaque niveau, les 3 logements choisis correspondront à un favorable, un défavorable et un considéré comme moyen.
- en tertiaire de bureau, au moins 12 locaux : 4 en niveau bas, 4 en niveau intermédiaire et 4 en niveau haut. Sur chaque niveau, seront choisie une salle de réunion considérée comme défavorable, et 3 bureaux l'un considéré comme favorable, et l'autre comme défavorable et le troisième comme moyen.
- en scolaire, au moins un bureau considéré comme défavorable et 6 salles de classe, 3 en niveau bas et 3 en niveau haut s'il existe. Sur chaque niveau, les 3 salles de classe choisies correspondront à une favorable, une défavorable et une considérée comme moyenne.
- en commerce, tous les locaux seront simulés

La justification des locaux choisis sera faite en fonction de leur qualité (traversant ou non), de leur position par rapport aux vents, de leur taille et de leur orientation

Toutes les hypothèses (météo, scénarios d'occupation et d'utilisation des équipements, descriptif du bâtiment) seront détaillées.

L'état de l'art en matière de conditions de confort de saison chaude met en évidence 3 paramètres liés au bâti : la température résultante intérieure,

l'humidité de l'air et la vitesse de l'air sur la peau. Ce dernier paramètre, accélérant l'évapotranspiration sur la peau, apparaît même comme le principal en période chaude. Un dispositif passif (ventilation traversante) ou actif (brasseur d'air) permettant d'atteindre une vitesse d'air suffisante permet d'augmenter très sensiblement les zones de température (et d'hygrométrie) de confort et donc de réaliser plus facilement des conditions passives de confort thermique.



Le diagramme de Givoni (ci-dessus) définit, sur le diagramme de l'air humide, 4 zones de confort correspondant respectivement à 4 vitesses d'air de 0 à 1,5 m/s. La tolérance de 100, 75 ou 50 h par an s'entend sur les heures d'ouverture de chaque équipement et sur 24 h pour les logements.

## annexe 2 – calcul des consommations d’énergie électrique tous usages

Elles sont calculées selon les conventions de la méthode PERENE :

$$R_g = R_{\text{clim}} \times X_{\text{clim}} + R_{\text{autres}}$$

Les exigences sont ramenées à la surface de plancher (SdP) et non pas à la surface utile comme habituellement dans PERENE.

Dans la pratique de la méthode PERENE, le bilan énergétique porte sur tous les usages : ECS, rafraîchissement, éclairage, ventilation et auxiliaires de rafraîchissement mais aussi sur d’autres usages collectifs (ascenseurs, éclairage des parties communes, des extérieurs et des parkings, ventilation des parties communes, locaux techniques et parkings ...) et privés (électro-ménager, bureautique, process divers ...).

Compte-tenu de la grande diversité des consommations de process pour les commerces alimentaires et les bureaux, les consommations privées de process et de bureautiques et prises n’ont pas été intégrées dans les exigences pour ces deux catégories de bâtiments. Elles devront néanmoins être maîtrisées et les équipes décriront les mesures prises dans ce sens en conception et transférées vers les utilisateurs et enseignes par des procédures de type bail vert.

La conception doit donc porter sur la réduction de toutes ces consommations, y compris celles des autres usages électriques cités plus haut et souvent négligés. Pour chacun d’entre eux, des choix de conception doivent être effectués et des performances calculées de façon détaillée. A défaut, les approches simplifiées (inspirées des travaux du BET Enertech) ci-dessous peuvent être prises :

### consommations annuelles $R_g$ (kWh/m<sup>2</sup><sub>SdP</sub>.an) - **logement**

CONSOMMATIONS PRIVATIVES	
ECS	$R = 25 \times (1 - CS)$ <i>CS est la couverture solaire de l'ECS de la cuisine</i>
éclairage des logements	$R = 6,5 - \text{louv}/4$ <i>louv (en %) est l'indice d'ouverture calculé sur l'ensemble du bâtiment, soit la surface totale des baies en</i>

	<i>tableau divisée par la surface de plancher</i>
brasseurs d'air	$R = 0,7$ sur la zone de confort à 0,5 m/s $R = 1,4$ sur la zone de confort à 1 m/s $R = 1,8$ sur la zone de confort à 1,5 m/s <i>Il s'agit de la zone de confort du diagramme de Givoni qu'il est nécessaire d'atteindre pour assurer le confort, sauf 100 h par an</i>
climatisation	$R_{\text{clim}} \times X_{\text{clim}} = 4$
ventilation	ventilation mécanique: $R = 2$ ventilation naturelle: $R = 0$
audiovisuel et informatique	$R = 6,6$ Cette valeur peut être réduite de: → $-1$ si une prise commandée dans le séjour permet la suppression des consommations de veille → $-1$ si une prise commandée dans les chambres permet la suppression des consommations de veille → $-0,5$ si une notice est fournie aux usagers décrivant des comportements économes et incitant à l'achat d'appareils performants (A+)
en cuisine: cuisson, froid et petit électro-ménager	$R = 7,6$ Cette valeur peut être réduite de: → $-0,5$ si une notice est fournie aux usagers décrivant des comportements économes et incitant à l'achat d'appareils performants (A+)
lave-linge et lave-vaisselle	$R = 3,8$ Cette valeur peut être réduite de: → $-1$ si un deuxième robinet, en cuisine, permet l'alimentation de l'appareil avec l'ECS produite par le logement, si la couverture solaire est supérieure à 50% → $-0,5$ si un deuxième robinet, en salle de bain, permet l'alimentation de l'appareil avec l'ECS produite par le logement, si la couverture solaire est supérieure à 50% → $-0,5$ si une notice est fournie aux usagers décrivant des comportements économes et incitant à l'achat d'appareils performants (A+)

	Par contre, cette valeur peut être augmentée de <b>0,7</b> si aucun espace n'est prévu pour le sèche linge naturel du linge
<b>CONSOMMATIONS COLLECTIVES</b>	
ascenseurs	<p><b>R = C/nb logts desservis</b> <b>C = 3,8</b> <i>Il s'agit du nombre de logements par niveau d'étage courant desservi par une même cage d'ascenseur. C peut être réduit si l'ascenseur mis en place est performant:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-0,8</b> pour un système à câble et contrepoids</li> <li>→ <b>-0,8</b> pour un moteur à vitesse variable et courant continu</li> <li>→ <b>-0,8</b> pour un éclairage de cabine asservi à la présence de l'utilisateur</li> </ul>
ventilation des parkings	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>R = 0</b> en ventilation naturelle</li> <li>→ <b>R = 1,7</b> en ventilation mécanique</li> </ul> <p>Cette dernière valeur peut être réduite de <b>-0,4</b> si la ventilation est asservie à une mesure du taux de CO2</p>
éclairage des parkings	<p><b>R = 1,2</b> Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-0,3</b> si l'éclairage est asservi à la présence</li> <li>→ <b>-0,3</b> si le parking bénéficie d'éclairage naturel</li> <li>→ <b>-0,3</b> si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>
éclairage des communs	<p><b>R = 1,7</b> Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-0,4</b> si l'installation bénéficie d'une gestion performante (commande par étage, par détection de présence avec temporisation inférieure à 1 mn</li> <li>→ <b>-0,7</b> si les cages bénéficient d'éclairage naturel</li> <li>→ <b>-0,3</b> si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>
éclairage extérieur	<p><b>R = 0,5</b> Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-0,2</b> si l'installation bénéficie de luminaires et d'une</li> </ul>

	<p>gestion performante <b>-0,7</b> si les cages bénéficient d'éclairage naturel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-0,1</b> si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>
--	--

**consommations annuelles Rg (kWh/m<sup>2</sup><sub>SDP</sub>.an) - scolaire**

<b>CONSOMMATIONS PRIVATIVES</b>	
ECS des sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>R = 0</b> s'il n'y a pas d'eau chaude en sanitaire</li> <li>→ <b>R = 1</b> pour une ECS électrique décentralisée en sanitaire</li> </ul>
ECS de la cuisine scolaire	<p><b>R = 5 x (1 - CS)</b> → <i>CS est la couverture solaire de l'ECS de la cuisine</i></p>
éclairage des locaux	<p><b>R = 8 - louver/5</b> <i>louver (en %) est l'indice d'ouverture calculé sur l'ensemble du bâtiment, soit la surface totale des baies en tableau divisée par la surface de plancher</i></p>
brasseurs d'air	<p><b>R = 1,5</b> sur la zone de confort à 0,5 m/s <b>R = 3,2</b> sur la zone de confort à 1 m/s <b>R = 3,6</b> sur la zone de confort à 1,5 m/s <i>Il s'agit de la zone de confort du diagramme de Givoni qu'il est nécessaire d'atteindre pour assurer le confort, sauf 100 h par an</i></p>
climatisation, rafraîchissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ climatisation classique des locaux de l'administration avec une température de consigne Tcons inférieure à 28°C: <b>R<sub>clim</sub> x X<sub>clim</sub> = 2</b></li> <li>→ rafraîchissement des locaux de l'administration: <b>R<sub>clim</sub> x X<sub>clim</sub> = 1,5</b></li> <li>→ aucun rafraîchissement <b>R<sub>clim</sub> x X<sub>clim</sub> = 0</b></li> </ul>
ventilation	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ ventilation mécanique double flux au débit hygiénique: <b>R = 9,5</b></li> <li>→ ventilation mécanique simple flux des seuls sanitaires et ventilation naturelle des autres locaux: <b>R = 1</b></li> <li>→ ventilation naturelle de tous les locaux: <b>R = 0</b></li> </ul>

CONSOMMATIONS DE PROCESS	
bureautique et prises	<b>R = 5</b>
cuisine scolaire	<b>R = 8</b> Cette valeur peut être réduite s'il est justifié que l'équipement mis en place est performant (au moins 30% de gain par rapport à un équipement classique: → <b>-1</b> pour la cuisson → <b>-1</b> pour le froid → <b>-1</b> pour la laveuse
AUTRES CONSOMMATIONS	
ventilation des parkings	→ <b>R = 0</b> en ventilation naturelle → <b>R = 3</b> en ventilation mécanique Cette dernière valeur peut être réduite de <b>-0,3</b> si la ventilation est asservie à une mesure du taux de CO2
éclairage des parkings	<b>R = 2</b> Cette valeur peut être réduite de → <b>-0,5</b> si l'éclairage est asservi à la présence → <b>-0,5</b> si le parking bénéficie d'éclairage naturel → <b>-0,5</b> si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne
éclairage extérieur	<b>R = 2</b> Cette valeur peut être réduite de → <b>-1</b> si l'installation bénéficie de luminaires et d'une gestion performante → <b>-0,5</b> si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne

**consommations annuelles Rg (kWh/m<sup>2</sup><sub>SdP</sub>.an) - bureau**

CONSOMMATIONS PRIVATIVES	
ECS	→ <b>R = 0</b> s'il n'y a pas d'eau chaude en sanitaire → <b>R = 1</b> pour une ECS électrique décentralisée en sanitaire
éclairage des	<b>R = 9 - louv/5</b>

locaux	<i>louv (en %) est l'indice d'ouverture calculé sur l'ensemble du bâtiment, soit la surface totale des baies en tableau divisée par la surface de plancher</i>
brasseurs d'air	<b>R = 1,8</b> sur la zone de confort à 0,5 m/s <b>R = 3,7</b> sur la zone de confort à 1 m/s <b>R = 4,5</b> sur la zone de confort à 1,5 m/s <i>Il s'agit de la zone de confort du diagramme de Givoni qu'il est nécessaire d'atteindre pour assurer le confort, sauf 100 h par an</i>
climatisation, rafraîchissement	→ climatisation classique avec une température de consigne Tcons inférieure à 28°C: <b>R<sub>clim</sub> × X<sub>clim</sub> = 2 x (30 - Tcons)<sup>2</sup></b> → rafraîchissement ou climatisation avec température de consigne de 28°C et plus: <b>R<sub>clim</sub> × X<sub>clim</sub> = 12</b> → climatisation des seuls locaux serveurs: <b>R<sub>clim</sub> × X<sub>clim</sub> = 6</b> → climatisation des seuls locaux serveurs, avec rafraîchissement naturel en saison froide: <b>R<sub>clim</sub> × X<sub>clim</sub> = 4</b>
ventilation	→ ventilation mécanique double flux associée à une climatisation: <b>R = (2,5 + 0,4 R<sub>clim</sub> X<sub>clim</sub>)/3</b> sans jamais être inférieure à la ventilation hygiénique ci-dessous → ventilation mécanique double flux au débit hygiénique: <b>R = 5</b> → ventilation mécanique simple flux au débit hygiénique extraite par les sanitaires: <b>R = 3,5</b> → ventilation naturelle: <b>R = 0</b>
CONSOMMATIONS COLLECTIVES	
ascenseurs	<b>R = 3,3</b> Cette valeur peut être réduite si l'ascenseur mis en place est performant: → <b>-0,5</b> pour un système à câble et contrepoids → <b>-0,4</b> pour un moteur à vitesse variable et courant continu → <b>-0,4</b> pour un éclairage de cabine asservi à la présence de l'usager

ventilation des parkings	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>R = 0</b> en ventilation naturelle</li> <li>→ <b>R = 3,6</b> en ventilation mécanique</li> </ul> <p>Cette dernière valeur peut être réduite de <b>-0,4</b> si la ventilation est asservie à une mesure du taux de CO2</p>
éclairage des parkings	<p><b>R = 2,6</b></p> <p>Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-0,2</b> si l'éclairage est asservi à la présence</li> <li>→ <b>-0,2</b> si le parking bénéficie d'éclairage naturel</li> <li>→ <b>-0,2</b> si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>
éclairage des communs	<p><b>R = 0,7</b></p> <p>Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-0,1</b> si l'installation bénéficie d'une gestion performante (commande par étage, par détection de présence avec temporisation inférieure à 1 mn</li> <li>→ <b>-0,2</b> si les cages bénéficient d'éclairage naturel</li> <li>→ <b>-0,1</b> si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>
éclairage extérieur	<p><b>R = 0,3</b></p> <p>Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-0,1</b> si l'installation bénéficie de luminaires et d'une gestion performante</li> <li>→ <b>-0,7</b> si les cages bénéficient d'éclairage naturel</li> <li>→ <b>-0,1</b> si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>

**consommations annuelles Rg (kWh/m<sup>2</sup><sub>SDP</sub>.an)**

**commerce non alimentaire**

CONSOMMATIONS PRIVATIVES	
ECS	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>R = 0</b> s'il n'y a pas d'eau chaude en sanitaire</li> <li>→ <b>R = 1</b> pour une ECS électrique décentralisée en sanitaire pour un commerce classique</li> </ul> <p>les consommations d'ECS de process blanchisserie, restauration, coiffeur ...) sont comptées dans le pro-</p>

	cess
éclairage des locaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>R = 34</b> pour une installation classique</li> <li>→ <b>R = 17</b> si l'installation ne comporte que des lampes à basse consommation</li> <li>→ <b>R = 10</b> si l'éclairage de fond (ambiance) est entièrement naturel et seul l'éclairage de tâche (commercial) est électrique</li> </ul> <p>Des valeurs intermédiaires, au prorata, peuvent être prises pour des installations mixtes</p>
brasseurs d'air	<p>Les ratios ci-dessous sont relatifs à la zone non climatisée (1-X<sub>clim</sub>) du bâtiment</p> <p><b>R = 1,8</b> sur la zone de confort à 0,5 m/s</p> <p><b>R = 3,7</b> sur la zone de confort à 1 m/s</p> <p><b>R = 4,5</b> sur la zone de confort à 1,5 m/s</p> <p><i>Il s'agit de la zone de confort du diagramme de Givoni qu'il est nécessaire d'atteindre pour assurer le confort, sauf 100 h par an</i></p>
climatisation, rafraîchissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ climatisation classique avec une température de consigne T<sub>cons</sub> inférieure à 28°C: <b>R<sub>clim</sub> = 2 x (30 - T<sub>cons</sub>)<sup>2</sup></b></li> <li>→ rafraîchissement ou climatisation avec température de consigne de 28°C et plus: <b>R<sub>clim</sub> = 18</b></li> <li>→ rafraîchissement avec local traversant et vitrine protégée du soleil toute l'année : <b>R<sub>clim</sub> = 9</b></li> </ul>
ventilation	<p>Les ratios ci-dessus (climatisation, rafraîchissement) incluent les consommations de ventilation. Pour les zones ni climatisées ni rafraîchies, on prendra :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ ventilation mécanique double flux au débit hygiénique: <b>R = 7</b></li> <li>→ ventilation mécanique simple flux au débit hygiénique : <b>R = 5</b></li> <li>→ ventilation naturelle: <b>R = 0</b></li> </ul>
process	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ boulangerie : <b>R = 450</b></li> <li>→ blanchisserie : <b>R = 250</b></li> <li>→ restaurant : <b>R = 230</b></li> <li>→ coiffeur : <b>R = 190</b></li> <li>→ boucherie : <b>R = 160</b></li> <li>→ pharmacie : <b>R = 140</b></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ café : <b>R = 140</b></li> <li>→ primeur : <b>R = 60</b></li> <li>→ autres : <b>R = 30</b></li> </ul>
<b>CONSOMMATIONS COLLECTIVES</b>	
ascenseurs, escalators, tapis roulant	<p><b>R = 5</b>            Cette valeur concerne les tapis d'accès au parking. Elle peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-1,5</b> pour un appareil asservi à la présence (détection de présence, tapis de pesée)</li> <li>→ <b>-0,5</b> pour un appareil réversible</li> </ul>
ventilation des parkings	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>R = 0</b> en ventilation naturelle</li> <li>→ <b>R = 32</b> en ventilation mécanique</li> </ul> <p>Cette dernière valeur peut être réduite de <b>-9</b> si la ventilation est asservie à une mesure du taux de CO2</p>
éclairage des parkings	<p><b>R = 23</b>            Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-6</b> si l'éclairage est asservi à la présence</li> <li>→ <b>-7</b> si le parking bénéficie d'éclairage naturel</li> <li>→ <b>-4</b> si les niveaux d'éclairage sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>
éclairage des communs	sans objet
éclairage extérieur	<p><b>R = 15</b>            Il s'agit essentiellement de l'éclairage du mail. Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-5</b> si l'installation bénéficie de luminaires et d'une gestion performante</li> <li>→ <b>-5</b> si les cages bénéficient d'éclairage naturel</li> <li>→ <b>-2</b> si les niveaux d'éclairage sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>

**consommations annuelles Rg (kWh/m<sup>2</sup><sub>SDP</sub>.an)**

**commerce alimentaire**

<b>CONSOMMATIONS PRIVATIVES</b>	
ECS	<b>R = 5</b>

	<p>Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-2</b> pour une installation performante justifiée</li> </ul>
éclairage des locaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>R = 80</b> pour une installation classique</li> <li>→ <b>R = 40</b> si l'installation ne comporte que des lampes à basse consommation</li> <li>→ <b>R = 12</b> si l'éclairage de fond (ambiance) est entièrement naturel et seul l'éclairage de tâche (commercial) est électrique</li> </ul> <p>Des valeurs intermédiaires, au prorata, peuvent être prises pour des installations mixtes</p>
brasseurs d'air	<p>Les ratios ci-dessous sont relatifs à la zone non climatisée (1-X<sub>clim</sub>) du bâtiment</p> <p><b>R = 1,8</b> sur la zone de confort à 0,5 m/s  <b>R = 3,7</b> sur la zone de confort à 1 m/s  <b>R = 4,5</b> sur la zone de confort à 1,5 m/s</p> <p><i>Il s'agit de la zone de confort du diagramme de Givoni qu'il est nécessaire d'atteindre pour assurer le confort, sauf 100 h par an</i></p>
climatisation, rafraîchissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ climatisation classique avec une température de consigne T<sub>cons</sub> inférieure à 28°C:  <math>R_{clim} = 5 \times (30 - T_{cons})^2</math></li> <li>→ rafraîchissement ou climatisation avec température de consigne de 28°C et plus: <b>R<sub>clim</sub> = 20</b></li> </ul>
ventilation	<p>Les ratios ci-dessus (climatisation, rafraîchissement) incluent les consommations de ventilation. Pour les zones ni climatisées ni rafraîchies, on prendra :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ ventilation mécanique double flux au débit hygiénique: <b>R = 7</b></li> <li>→ ventilation mécanique simple flux au débit hygiénique : <b>R = 5</b></li> <li>→ ventilation naturelle: <b>R = 0</b></li> </ul>
process	<p>Un calcul précis des consommations de process pourra être fourni. A défaut, les valeurs forfaitaires ci-dessous pourront être retenues</p> <p>Pour une installation classique (base actuelle): <b>R = 220</b></p> <p>Cette valeur pourra être réduite de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>-20</b> pour un zonage rigoureux justifié</li> <li>→ <b>-30</b> pour une évacuation hors du volume d'usage</li> </ul>

	<p>des rejets chauds des installations de froid alimentaire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ -20 pour des meubles réfrigérés avec fermeture</li> <li>→ -20 pour la mise en œuvre justifiée d'installation de froid alimentaire performantes</li> </ul>
<b>CONSOUMMATIONS COLLECTIVES</b>	
ascenseurs, escalators, tapis roulant	<p><b>R = 5</b> Cette valeur concerne les tapis d'accès au parking. Elle peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ -1,5 pour un appareil asservi à la présence (détection de présence, tapis de pesée)</li> <li>→ -0,5 pour un appareil réversible</li> </ul>
ventilation des parkings	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>R = 0</b> en ventilation naturelle</li> <li>→ <b>R = 32</b> en ventilation mécanique</li> </ul> <p>Cette dernière valeur peut être réduite de -9 si la ventilation est asservie à une mesure du taux de CO2</p>
éclairage des parkings	<p><b>R = 23</b> Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ -6 si l'éclairage est asservi à la présence</li> <li>→ -7 si le parking bénéficie d'éclairage naturel</li> <li>→ -4 si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>
éclairage des communs	sans objet
éclairage extérieur	<p><b>R = 15</b> Il s'agit essentiellement de l'éclairage du mail. Cette valeur peut être réduite de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ -5 si l'installation bénéficie de luminaires et d'une gestion performante</li> <li>→ -5 si les cages bénéficient d'éclairage naturel</li> <li>→ -2 si les niveaux d'éclairement sont optimisés en fonction de l'usage réel et de la présence d'éclairage naturel diurne ou nocturne</li> </ul>

Les tableaux ci-dessous synthétisent, sur une configuration possible parmi d'autres, les objectifs à atteindre :

**exemple de détail de ratios énergétiques (kWh/m<sup>2</sup><sub>SdP</sub>/an)**

**logement**

	base actuelle	standard PERENE	standard POSSESSION
ECS	10	5	3,8
éclairage des logements	3	2,8	1,5
brasseurs d'air		0,7	0,7
climatisation	4		
ventilation	2		
<b>TOTAL CONSOMMATIONS PRIVATIVES HORS PROCESS</b>	19	8,5	6
audiovisuel et informatique	6,6	5,1	4,1
cuisson, froid et petit électro-ménager	7,6	7,1	7,1
lave-linge et lave-vaisselle	3,8	2,8	1,8
<b>TOTAL CONSOMMATIONS PRIVATIVES DE PROCESS</b>	18	15	13
ascenseurs	1,9	0,6	0,2
ventilation des parkings	1,7	1,3	
éclairage des parkings	1,2	0,9	0,3
éclairage des communs	1,7	1,4	0,3
éclairage extérieur	0,5	0,3	0,2
<b>TOTAL CONSOMMATIONS COLLECTIVES</b>	7	4,5	1
<b>TOTAL CONSOMMATIONS TOUS USAGES</b>	44	28	20

**exemple de détail de ratios énergétiques (kWh/m<sup>2</sup><sub>SdP</sub>/an)**

**scolaire**

	base actuelle	standard PERENE	standard POSSESSION
ECS sanitaires	1	0	0
ECS cuisine scolaire	5	1	1
éclairage des locaux	6	4	4
brasseurs d'air	3	3	3

climatisation, rafraîchissement	2		
ventilation	9,5	3,5	1
<b>TOTAL FONCTIONNEMENT BÂTIMENT HORS PROCESS</b>	26,5	11,5	9
ordinateurs et prises	6	5	5
cuisine scolaire			5
<b>TOTAL CONSOMMATIONS DE PROCESS</b>	6	5	10
ascenseurs			
ventilation des parkings	3		
éclairage des parkings	2	1	0,5
éclairage des communs			
éclairage extérieur	2	0,5	0,5
<b>TOTAL AUTRES CONSOMMATIONS COLLECTIVES</b>	7	1,5	1
<b>TOTAL CONSOMMATIONS TOUS USAGES</b>	39,5	18	20

exemple de détail de ratios énergétiques (kWh/m<sup>2</sup><sub>SdP</sub>/an)

**bureau**

	base actuelle	standard PERENE	standard POSSESSION
ECS	1	1	1
éclairage des locaux	6	5	4
brasseurs d'air		3,7	3,7
Climatisation, rafraîchissement	80	50	4
ventilation	11,5	7,5	3,5
<b>TOTAL CONSOMMATIONS PRIVATIVES HORS PROCESS</b>	98,5	67,2	15,2
ordinateurs	18	13	13
autres bureautique et prises	11	9,5	9,5
serveurs	2	1,5	1,5
<b>TOTAL CONSOMMATIONS PRIVATIVES DE PROCESS</b>	31	24	24
ascenseurs	3,3	2,4	2
ventilation des parkings	3,6	3,2	0

éclairage des parkings	2,6	2,3	2
éclairage des communs	0,7	0,6	0,5
éclairage extérieur	0,3	0,3	0,3
<b>TOTAL CONSOMMATIONS COLLECTIVES</b>	10,5	8,8	4,8
<b>TOTAL CONSOMMATIONS TOUS USAGES</b>	140	100	44
<b>CONSOMMATIONS TOUS USAGES HORS PROCESS</b>	109	76	20

exemple de détail de ratios énergétiques (kWh/m<sup>2</sup><sub>SdP</sub>/an)

**commerce non alimentaire**

	base actuelle	standard PERENE	standard POSSESSION
ECS	1	1	1
éclairage des locaux	34	17	10
brasseurs d'air			3
Climatisation, rafraîchissement	70	50	9
ventilation			5
<b>TOTAL CONSOMMATIONS PRIVATIVES HORS PROCESS</b>	105	68	28
process	140	133	100
<b>TOTAL CONSOMMATIONS PRIVATIVES DE PROCESS</b>	220	185	100
ascenseurs	5	5	3
ventilation des parkings	32	23	0
éclairage des parkings	23	17	6
éclairage des communs			
éclairage extérieur	15	10	3
<b>TOTAL CONSOMMATIONS COLLECTIVES</b>	4	3	1,8
<b>TOTAL CONSOMMATIONS TOUS USAGES</b>	320	256	140
<b>CONSOMMATIONS TOUS USAGES HORS PROCESS</b>	180	123	40

exemple de détail de ratios énergétiques (kWh/m<sup>2</sup><sub>SdP</sub>/an)

**commerce alimentaire**

	base actuelle	standard PERENE	standard POSSESSION
ECS	5	5	3
éclairage des locaux	80	40	12
brasseurs d'air			3
Climatisation, rafraîchissement	180	150	40
ventilation			
<b>TOTAL CONSOMMATIONS-PRIVATIVES HORS PROCESS</b>	265	195	58
process	220	200	130
<b>TOTAL CONSOMMATIONS PRIVATIVES DE PROCESS</b>	220	200	130
ascenseurs, escalators, tapis	5	5	3
ventilation des parkings	32	23	0
éclairage des parkings	23	17	6
éclairage des communs			
éclairage extérieur (mail)	15	10	3
<b>TOTAL CONSOMMATIONS COLLECTIVES</b>	75	55	12
<b>TOTAL CONSOMMATIONS TOUS USAGES</b>	560	450	200

coefficients »physiques« d'équivalence en GES (kg CO<sub>2</sub>/kWh)

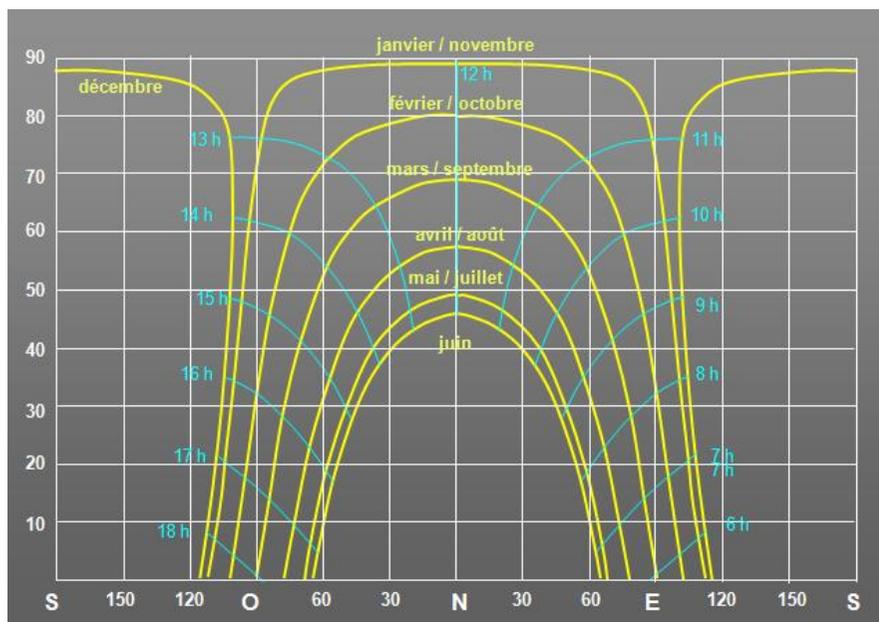
gaz GPL	0,231
fioul	0,271
charbon	0,343
bois, autre biomasse, méthane issu de méthanisation in situ	0,020
électricité de réseau (mix réunionnais)	0,822
production solaire produite et consommée sur site	0

Pour ce qui est du calcul des émissions de CO<sub>2</sub> émis par les consommations énergétiques du bâtiment, les coefficients d'émission ci-dessous (bilan énergétique ARER 2007) peuvent être pris en compte :

### annexe 3 – aide à la prédétermination des protections solaires

Le diagramme ci-dessous est appelé diagramme solaire. Il se construit en regardant vers le nord et en déployant, de part et d'autre, un horizon coupé en deux au niveau du sud. Une moitié de sud arrivera à droite, vers l'est. L'autre moitié à gauche, vers l'ouest.

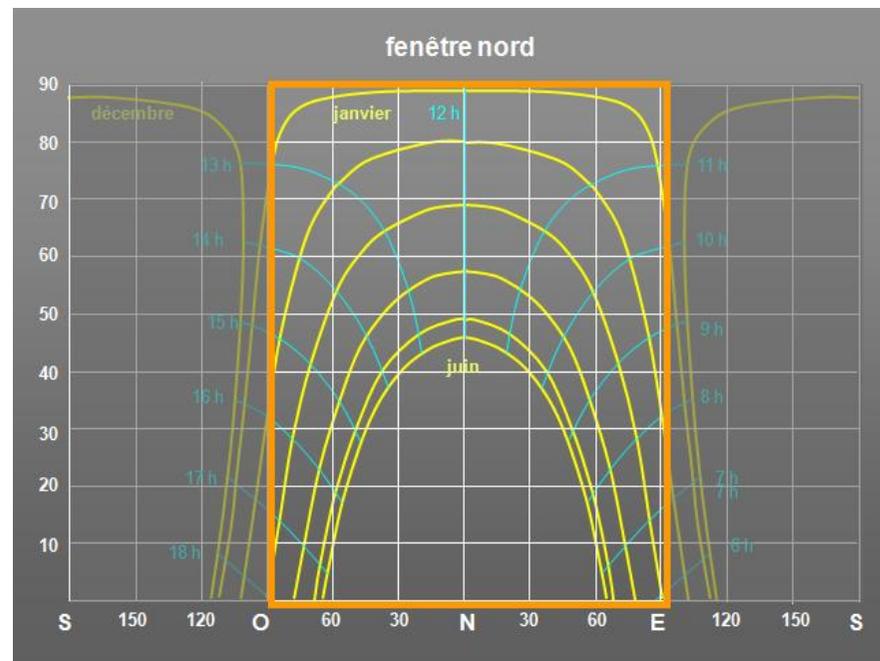
Les graduations horizontales, en degrés d'angle, repèrent l'orientation : on l'appelle azimut. Les graduations verticales, toujours en degrés d'angle correspondent à la hauteur dans le ciel.



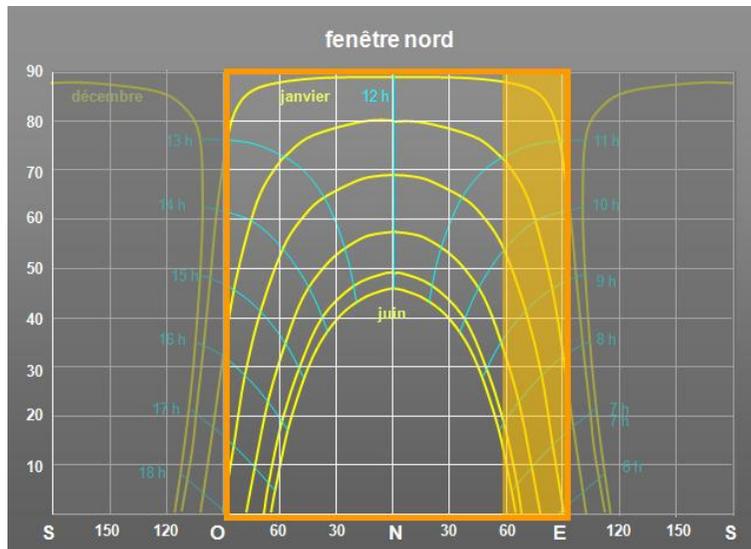
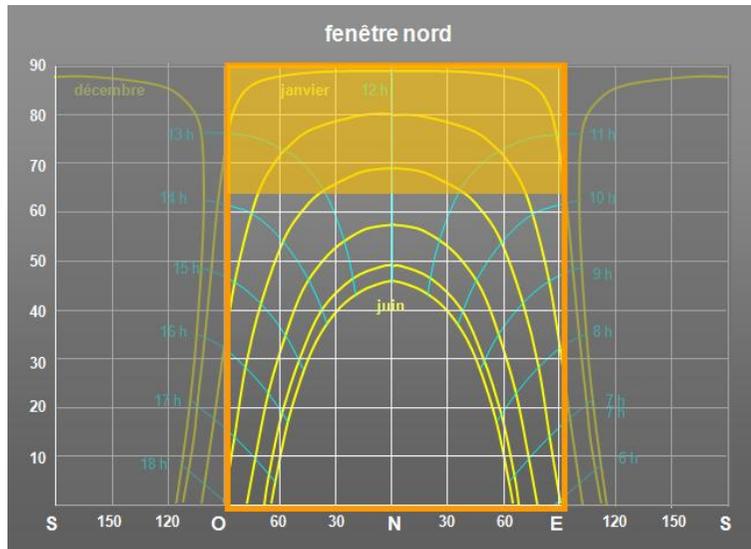
Les lignes jaunes représentent la course du soleil, d'est en ouest, pour un mois donné. Les lignes bleues représentent les heures (en heure solaire). On peut positionner, sur ce diagramme, la trace d'une fenêtre et ainsi re-

pérer les zones du ciel ensoleillées et donc les protections solaires à mettre en œuvre.

Par exemple, pour une fenêtre nord :



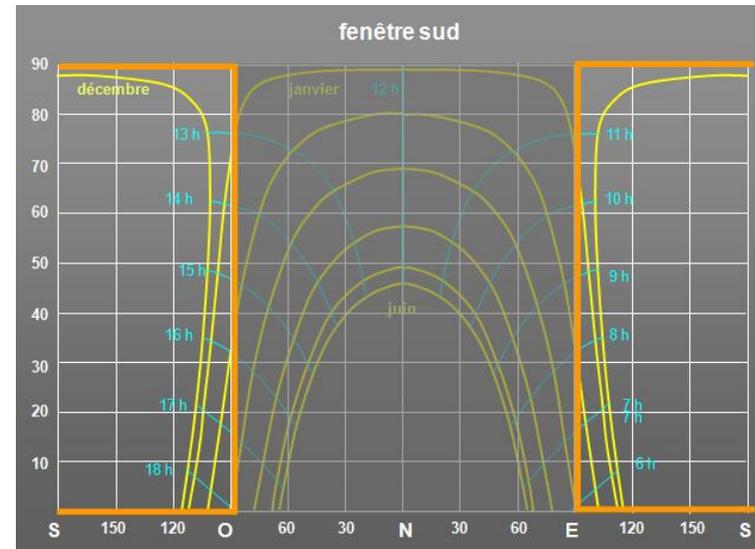
La figure ci-dessous représente, de façon simplifiée, l'effet d'une casquette (ou avancée de toit) à 63° : avancée = la moitié de la hauteur à couvrir. Cette casquette protège entre 11h et 13h au mois de mars, 10h30 et 13h30 au mois de février et toute la journée aux mois de novembre à janvier. En dehors de ces 3 mois, la protection n'est pas assurée le matin ou en fin de journée. Par ailleurs, une telle protection ne protège que du soleil direct. Or, il existe aussi tout un rayonnement, diffus, qui, en l'absence d'une protection totale du vitrage, l'atteint et le traverse. Il peut être du même ordre de grandeur que le rayonnement direct.

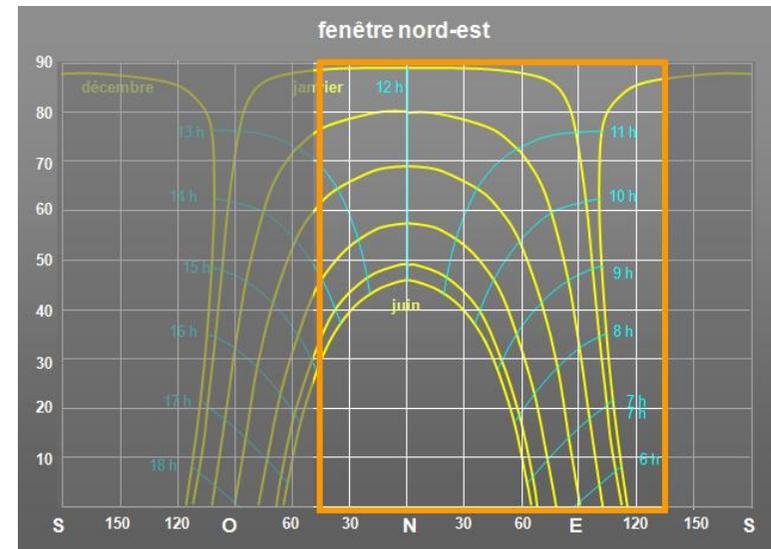
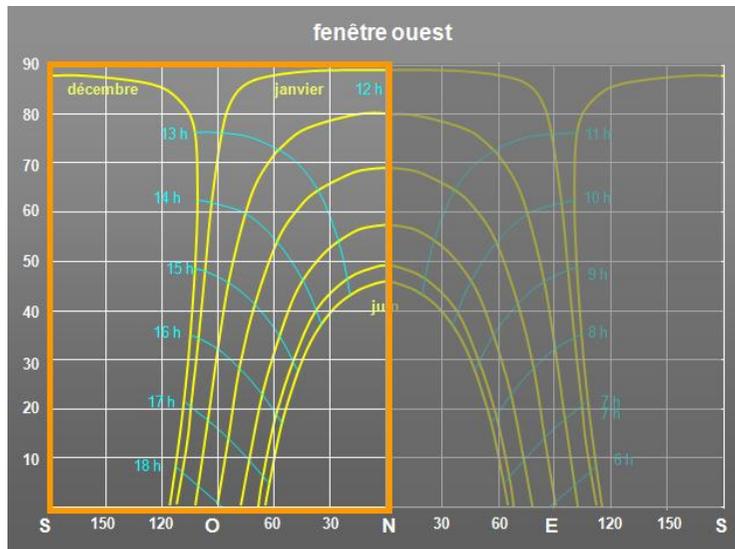
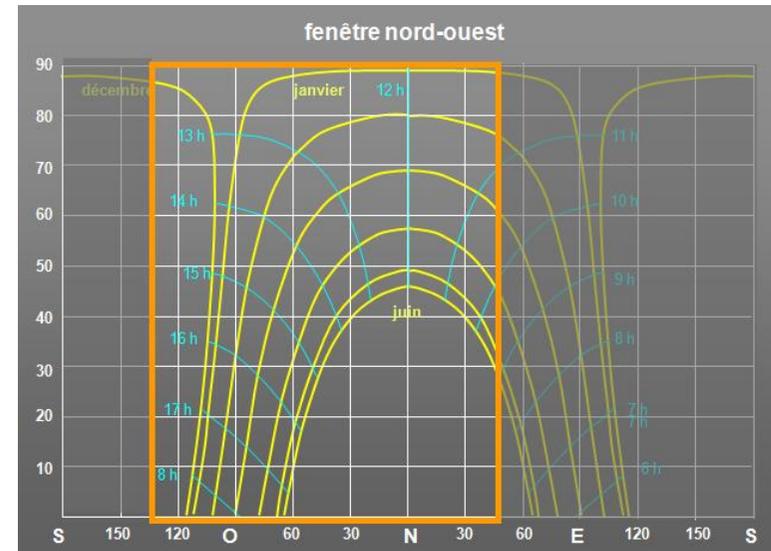
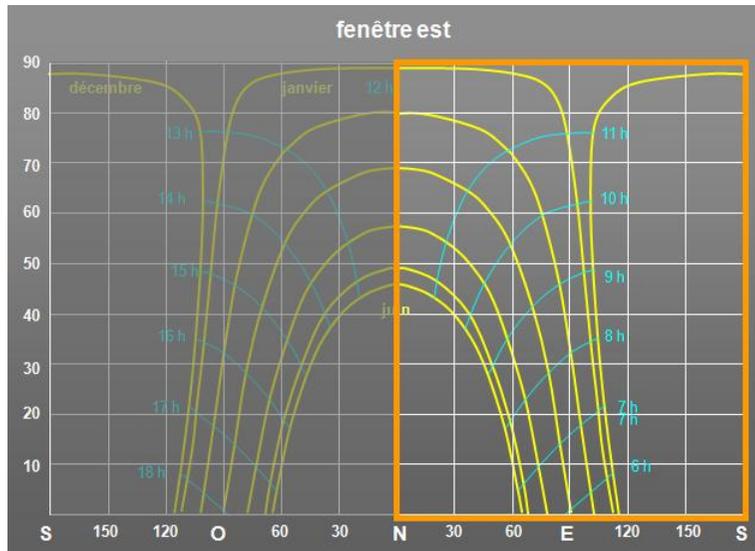


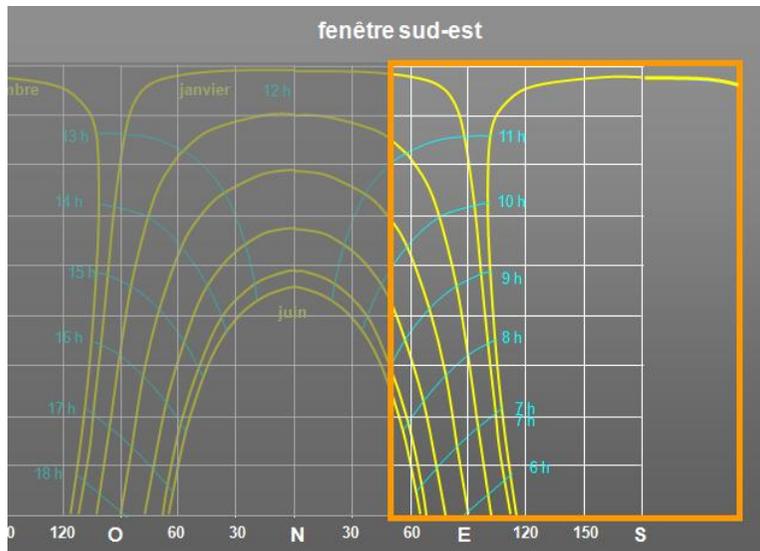
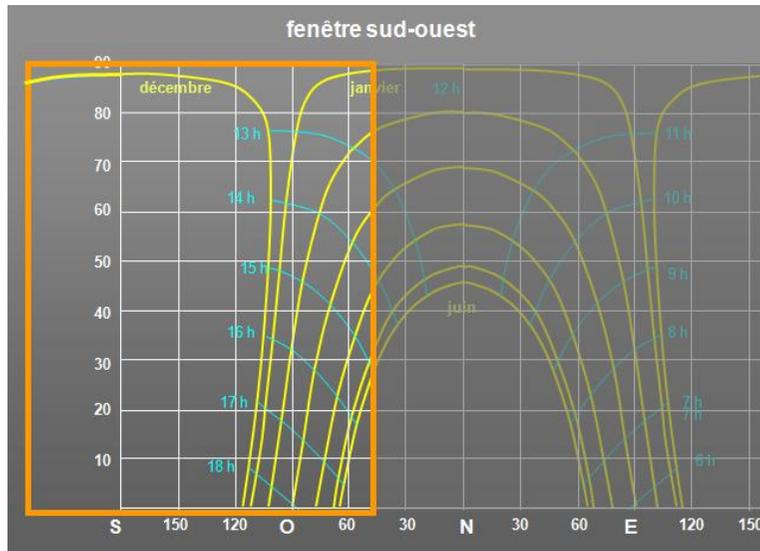
La figure suivante représente une joue à 27° vers l'est : profondeur de la joue = le quart de la largeur de balcon à protéger. La protection n'est assurée que le matin jusqu'à 10 ou 11h pour les mois chauds.

Les figures ci-dessous représentent diverses orientations de fenêtre.

On voit qu'un cadre débord de fenêtre bien dimensionné peut suffire en sud, qu'un demi cadre (joue + toit) peut marcher en sud-ouest et sud-est, à condition que la joue soit très profonde, mais que sur toutes les autres orientations, il faut se protéger du soleil haut et du soleil bas : c'est le domaine des protections persiennes.







### annexe 4 – calcul simplifié d'énergie grise

ouvrage	UF (unité fonctionnelle)	quantité d'UF	énergie grise kWh <sub>EP</sub>			total
			ratio / UF	bâtiment	transport	
infrastructure	m <sup>3</sup>					
structure	m <sup>3</sup>					
façade	m <sup>3</sup>					
couverture	m <sup>3</sup>					
menuiseries extérieures	m <sup>2</sup> en tableau					
isolants	m <sup>3</sup>					
revêtement de sols	m <sup>3</sup>					
revêtement de murs	m <sup>3</sup>					
revêtement de plafonds	m <sup>3</sup>					
panneaux photovoltaïque	m <sup>2</sup>					
panneaux solaires thermiques	m <sup>2</sup>					
<b>TOTAL</b>						

### hypothèses pour un calcul simplifié d'énergie grise<sup>1</sup>

matériaux	CEP énergie grise kWh/ m <sup>3</sup>	densité tonne/m <sup>3</sup>
<b>structure, façade</b>		
béton	550	2,4
béton armé	850	2,9
parpaing	650	2,4
béton cellulaire	600	0,6
brique, terres cuites	800	1
bois naturel (charpente, bardages)	500	0,5
bois lamellé-collé	1 250	0,5
panneaux bois reconstitué	2 450	0,7
acier, charpentes métalliques	63 200	7,9
aluminium	135 000	2,7
autres métaux non ferreux (Cuivre, Zinc), alliages	160 000	8
fibrociment	5 400	1,8

<sup>1</sup> source principale : base de données suisse KBOB-ecobau utilisée pour les règles fédérales SIA

<b>isolants</b>		
isolant à base de produits végétaux, cellulose	100	0,06
verre cellulaire	750	0,10
isolant laine de roche	600	0,10
isolant laine de verre	400	0,03
isolant plastique alvéolaire	550	0,02
<b>revêtements sols, murs, plafonds</b>		
sols souples plastiques, moquettes	26 000	1,3
sols souples linoléum	13 000	1,3
sols durs (céramique, pierre reconstituée)	7 600	1,9
parquets	2 100	0,7
résines (de béton, de sol)	20 000	1
peintures	12 000	1
cloisons, faux plafonds	700	0,2
étanchéité membrane EPDM, PVC	22 500	0,9
enrobés, asphalte coulé	2 300	2,3
	CEP énergie grise kWh/ m <sup>2</sup>	
<b>divers</b>		
menuiserie bois +DV	500	
menuiserie bois +TV	600	
menuiserie alu +DV	600	
menuiserie alu +TV	700	
panneaux photovoltaïques	400	
panneaux solaires thermiques	550	

### supplément d'énergie grise lié au transport

lieu de fabrication du produit mis en œuvre	mode de transport	énergie grise kWh/tonne
île de la Réunion	PL, inclus dans bilan ci-dessus	0
hors Réunion	bateau	600

## annexe 5 – calcul de consommation d’eau

Conventions de calcul pour un T3 :

	consommation par usage		fréquence journalière des usages	nombre de jours/an	TOTAL
	CLASSIQUE	PROJET			
	l/usage/	l/usage	nb/pers.jour	jours	m <sup>3</sup> /pers.an
chasse	6		3	365	
urinoir	3,8		0	365	
lavabo	2,5		1	365	
douche	40		2	365	
bain	150		0	365	
évier	30		2	365	
lave-vaisselle	25		0,25	365	
lave-linge	100		0,15	365	

## calcul des besoins en ECS

volume d’ECS à 60°C par type de logement (en l/jour)

T1	T2	T3	T4	T5 & plus
51	62	74	85	96

## annexe 6 – calcul des coefficients de traitement des espaces extérieurs

Pour chacun des 3 impacts (biodiversité, abattement EP et régulation thermique), on calcule un taux global, somme des taux de chaque surface, pondérés par l'aire de la surface concernée :

$$T_{\text{GLOBAL}} = \frac{\sum_{\text{SUR TOUTES LES SURFACES}} (S_{\text{SURFACE}} \times T_{\text{SURFACE}})}{S_{\text{PARCELLE}}}$$

type de surface	exemple	biodiversité	perméabilité des sols	ilot de fraîcheur
revêtement minéral imperméable	béton, bitume, dallage ...	0,0	0,1	0,0
revêtement minéral semi-perméable	dallage mosaïque, clincker	0,0	0,3	0,1
revêtement semi-ouvert	dallage bois, pavés gazon	0,1	0,5	0,3
espace vert sur dalle	moins de 80 cm de terre	0,1	0,3	0,5
espace vert sur dalle	plus de 80 cm de terre	0,2	0,4	0,5
une strate mince en pleine terre	gazon, prairie	0,2	0,4	0,5
une strate épaisse en pleine terre	buissons couvrant	0,3	0,5	0,6
2 strates végétales en pleine terre	herbacée, arbustive	0,6	0,7	0,8
3 strates végétales en pleine terre	herbacée, arbustive, arborée	1,0	1,0	1,0
façade végétalisée		0,2	0,0	0,3
façade non végétalisée		0,0	0,0	0,0
toiture végétalisée	culture extensive	0,2	0,3	0,6
toiture végétalisée	culture intensive	0,3	0,3	0,7
toiture non végétalisée		0,0	0,1	0,0

## annexe 7 – coefficient de mobilité douce

On calcule par la somme des surfaces de voirie et stationnements extérieurs pondérée par un coefficient exprimant son potentiel de mobilité, lu sur le tableau ci-joint.

Le coefficient de mobilité s'obtient en divisant cette somme par la surface totale (non pondérée) affectée aux voiries et stationnements. Ce coefficient est donc homogène à un potentiel de mobilité (personne.km/m<sup>2</sup>.h) offert par la ZAC

les pondérations du coefficient de mobilité douce (CMD)

	<b>0,6</b>	espace dédié au piéton, trottoir, allée piétonne
	<b>0,6</b>	voie verte, espace partagé piéton et vélo
	<b>0,5</b>	espace dédié au vélo, piste cyclable, stationnement vélo
	<b>0,3</b>	bande cyclable, espace réservé vélo par marquage au sol
	<b>0,4</b>	voie partagée tous modes avec restriction de vitesse < 20 km/h
	<b>1</b>	zone de transport collectif en site propre (tram, bus)
	<b>0,3</b>	voie parcourue par un bus
	<b>0,3</b>	voie dédiée à la voiture en zone 30
	<b>0,1</b>	voie dédiée à la voiture sans restriction

## annexe 8 – documents à rendre

### en phase esquisse

documents à rendre	expression DD
1. un plan masse à l'échelle 1/500 de l'opération envisagée faisant apparaître clairement le parti d'implantation des constructions et le respect des servitudes d'urbanisme	le <b>plan masse DD</b> présentera les réponses apportées par le projet vis à vis des atouts et contraintes du site : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ climat : porosité du site (au niveau du sol et en élévation) et implantation des bâtiments par rapport aux vents, arbitrage avec l'ensoleillement</li> <li>▪ îlot de fraîcheur : végétation et principes de traitement des sols</li> <li>▪ principes de gestion des eaux pluviales</li> <li>▪ déplacements doux vers les principaux équipements et services</li> </ul>
2. les plans par niveaux (y compris la toiture) à l'échelle 1/200 permettant de juger du respect du programme	sur un <b>plan sommaire d'étage courant</b> sera décrite l'irrigation à l'air des logements (traversant, débitant ...)
3. une esquisse des façades et tout document permettant d'apprécier le projet (vues, silhouette d'ensemble)	
4. une esquisse des coupes (accroche du projet au sol, travail de la forme urbaine)	
5. la notice explicative de mise en oeuvre de la RT DOM et de PERENE et de l'application des règles du PLU et des OAP dans le projet	une <b>notice DD</b> comportera au moins : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ une approche synthétique décrivant la stratégie bioclimatique, les choix et arbitrages effectués</li> <li>▪ une description sommaire des protections solaires et de la porosité des façades</li> </ul> (y compris fiche 1 ci-dessous)
6. le projet paysager, hydraulique, aéraulique et climatique	

en phase PC (+ zoom sur certains aspects DD)

documents à rendre en sus des pièces réglementaires en vigueur	expression DD
<p>1. un plan masse à l'échelle 1/200 dessiné sur le fond de plan topographique avec indication des limites parcellaires et servitudes générales. Faire apparaître le contexte environnant (projets voisins).</p> <p>Ce document doit faire apparaître les constructions projetées avec indication des toitures et leurs pentes, les raccordements à la voirie et aux réseaux publics. Les aménagements des abords et de plantations avec, si nécessaire, indication des cotes d'altitude. Ainsi que les arbres existants.</p>	
<p>2. les plans de tous les niveaux des constructions, y compris plans de toiture avec cotes altimétriques et indication des matériaux et des couleurs. A l'échelle 1/200</p>	<p>sur un <b>plan DD de RdC et d'étage</b> seront décrites les typologies de protections solaires de baies et l'irrigation à l'air des logements (traversant, débitant ...)</p>
<p>3. dessin de toutes les façades au 1/100 avec indication de l'aménagement des abords jusqu'en limite du terrain. Le détail des protections solaires sur façades, des couleurs et matériaux utilisés</p>	<p>typologie des protections solaires des baies</p>
<p>4. plans cotés et élévations de toutes les clôtures au 1/200 avec description de la nature et du coloris des matériaux employés, et indications du parti végétal retenu en accompagnement et noms des plantes et essences utilisées</p>	
<p>5. les coupes nécessaires à la compréhension du projet</p>	<p>une <b>coupe technique de principe</b> indiquera :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ les dispositions passives pour assurer le confort thermique</li> <li>▪ les principes de traitement thermique des façades et toitures</li> </ul>
<p>6. le volet paysager pour l'insertion de la construction dans le site</p>	
<p>7. la perspective en 3 D de la volumétrie des façades</p>	
<p>8. un plan indiquant le traitement des espaces extérieurs et un tableau présentant les surfaces perméables et les espaces végétalisés, et faisant apparaître l'intégration et l'emplacement des bacs à compost et des bacs de collecte des déchets</p>	<p>Le <b>plan masse DD</b> fera apparaître les réponses apportées par le projet vis à vis des atouts et contraintes du site :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ climat (vent, pluie, soleil)</li> <li>▪ végétation, biodiversité et îlot de fraîcheur</li> <li>▪ qualité des espaces extérieurs</li> <li>▪ acoustique</li> <li>▪ gestion des eaux pluviales, perméabilisation</li> <li>▪ déplacements (cheminements piéton, cheminements et stationnements vélos)</li> <li>▪ gestion des déchets.</li> </ul>

<p>9. les <b>pièces écrites illustrées</b> comportant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ un descriptif du projet avec indication des surfaces de plancher et SHOB, du nombre et du type de logements, du nombre d'emploi s'il s'agit d'activités, et du nombre de places de stationnement (voitures, vélos) avec une notice explicative</li> <li>▪ un descriptif de l'aspect extérieur des constructions avec indications des matériaux employés et des couleurs retenues</li> <li>▪ la mise en œuvre de la RT DOM, de PERENE et de l'application des règles du PLU et des OAP dans le projet</li> <li>▪ le projet paysager, hydraulique, aéraulique et climatique</li> </ul>	<p>une <b>notice DD</b> comportera au moins :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ une approche synthétique décrivant la stratégie, les choix et arbitrages bioclimatiques et énergétiques effectués</li> <li>▪ une note PERENE justifiant (moyens mis en œuvre et calcul) les facteurs solaires, la porosité et le ratio Rg (simulation de la consommation électrique)</li> <li>▪ une note confort thermique décrivant les dispositions passives mises en œuvre pour atteindre les conditions de confort</li> <li>▪ les calculs thermiques et simulations thermiques dynamiques (STD) justificatifs de ces consommations et niveaux de confort</li> <li>▪ une note éclairage naturel avec le calcul des FLJ sur au moins 3 locaux défavorisés</li> <li>▪ une note acoustique (traitement du plan masse, zonage, isolation des façades)</li> <li>▪ une note sur le traitement des espaces extérieurs (qualité, végétalisation, eaux pluviales, porosité aux vents, îlot de fraîcheur). Les objectifs de gestion des eaux pluviales seront justifiés par un calcul</li> </ul> <p>Elle sera accompagné des fiches et tableaux remplis :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ un tableau des parois, surfaces vitrées et protections solaires par type de local (<b>fiche n°1 – locaux parois opaques et baies vitrées</b>)</li> <li>▪ un tableau de bilan énergétique par usage (<b>fiche n°2 – bilan énergétique par usage</b>)</li> <li>▪ une fiche de justification du contenu en énergie grise (<b>fiche n°3– énergie grise</b>).</li> </ul>
<p>10. pour le <b>permis de construire modificatif</b>, les dossiers devront comprendre, en sus des pièces réglementaires en vigueur, les documents suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ plans de détail nécessaires à la compréhension de la modification</li> <li>▪ notice explicative des incidences de la modification</li> </ul>	

**La topographie, l'orientation, les directions des vents et les espèces à conserver doivent systématiquement apparaître sur les plans. Le plan masse doit faire apparaître le contexte dans lequel se situe la parcelle afin d'appréhender son intégration urbaine. N'hésitez pas à fournir des schémas et des croquis. Un dessin à la main est parfois plus efficace pour expliquer une idée, un système (ensoleillement, ventilation par exemple.**

**FICHE 1**  
**LOCAUX, PAROIS OPAQUES ET BAIES VITREES**

orientation	type de local	facteur solaire de la paroi opaque	description de la paroi opaque	surface de baie <sup>(1)</sup> (m <sup>2</sup> )	indice d'ouverture <sup>(2)</sup> I <sub>ouv</sub> (%)	porosité de la façade	facteur solaire S (%)	type de protection solaire <sup>(3)</sup>	facteur de lumière de jour FLJ

- 1 – surface de la baie mesurée en tableau
- 2 – rapport de la surface de la baie à la surface du local
- 3 - facteur solaire global de la baie équipée de sa protection

**FICHE 2  
BILAN ENERGETIQUE PAR USAGE**

toutes les consommations sont exprimées en kWhFINAL/SdPB

surface de plancher brut SdPB = ..... m<sup>2</sup>

usage	DEMANDE D'ENERGIE DU BÂTIMENT		COUVERTURE ENERGIE RENOUVELABLE		
	électricité	combustible	ENR 1	ENR 2	ENR 3
nature de la source :					
ECS des sanitaires					
ECS (restauration collective ou process)					
éclairage des locaux					
brasseurs d'air					
rafraîchissement					
éclairage extérieur					
ventilation					
<b>TOTAL FONCTIONNEMENT PRIVATIF</b>					
détail consommations de process					
détail consommations de process					
<b>TOTAL CONSOMMATIONS DE PROCESS</b>					
ascenseurs, escalators, tapis roulant					
ventilation des parkings					
éclairage des parkings					
éclairage des communs					
éclairage extérieur					
<b>TOTAL CONSOMMATIONS COLLECTIVES</b>					
<b>TOTAL TOUS USAGES HORS PROCESS</b>					
<b>TOTAL TOUS USAGES</b>					

**FICHE 3  
ENERGIE GRISE**

	matériau	lieu de production principal	dimensionnement par défaut des ouvrages	volume m <sup>3</sup>	masse tonne	énergie grise			
						fabrication matériau		transport kWh	total kWh
						matériau/tonne kWh/tonne	matériau sur le bâtiment kWh		
adaptation au sol, fondations									
structure, planchers									
toiture, charpente									
isolants façade			Smur x ép isolant (m <sup>3</sup> )						
isolants toiture			Stoit x ép isolant (m <sup>3</sup> )						
isolants sol			Ssol x ép isolant (m <sup>3</sup> )						
revêtement de façade			Smur (m <sup>2</sup> )						
couverture			Stoit (m <sup>2</sup> )						
menuiseries extérieures			0,25 x Sbaie (m <sup>2</sup> )						
vitrage			0,75 x Sbaie (m <sup>2</sup> )						
protections solaires									
cloisonnement intérieur, plâtrerie			SdPB (m <sup>2</sup> )						
menuiseries intérieures			0,20 x SdPB (m <sup>2</sup> )						
revêtements de sol			SdPB (m <sup>2</sup> )						
revêtements de murs			2 x SdPB (m <sup>2</sup> )						
revêtements de plafond			SdPB (m <sup>2</sup> )						
conduits, tuyauterie			0,6 x SdPB (kg)						
capteurs solaires photovoltaïques									
capteurs solaires thermiques									
équipements			7 x SdPB (kg)						
TOTAL (kWh)									
SdPB (m <sup>2</sup> )									
TOTAL/ SdPB (kWh/m <sup>2</sup> <sub>SU</sub> )									