



AÉROPORT  
DE LA RÉUNION  
ROLAND GARROS

Aéroport de La Réunion Roland Garros  
SOCIETE ANONYME AEROPORT REUNION ROLAND GARROS  
74 Avenue Roland Garros  
97438 Sainte-Marie

## **NOTICE ENVIRONNEMENTALE & ENERGETIQUE**

-

**~~PROJET ENSEMBLE IMMOBILIER DE BUREAUX~~**

## **SOMMAIRE**

1.1	LES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX .....	3
1.2	LA DEMARCHE PREBAT .....	4
1.3	ANALYSE DE SITE .....	6
1.3.1	Echelle de la parcelle – Plan masse .....	8
1.3.1.1	Implantation & Morphologie.....	8
1.3.1.2	Volet paysager .....	8
1.3.1.3	Volet transport doux.....	10
1.3.1.4	Gestion de l'eau.....	11
1.3.2	Echelle des bâtiments.....	13
1.3.2.1	Zonage thermique .....	13
1.3.2.2	Zonage aéraulique .....	13
1.3.2.3	Pénétration de la lumière naturelle .....	13
1.3.2.4	Emplacement des zones techniques .....	13
1.3.3	Enveloppe.....	14
1.3.3.1	Optimisation des apports solaires des toitures et façades.....	14
1.3.3.2	Optimisation protection solaire des baies.....	14
1.3.3.3	Efficacité de la ventilation naturelle.....	15
1.3.3.4	Perméabilité à l'air .....	16
1.3.4.1	Eclairage artificiel.....	17
1.3.4.2	Production et distribution de froid .....	17
1.3.4.3	Energies renouvelables.....	17
1.4	PERFORMANCE GLOBALE .....	18
1.4.1	Confort et contraintes règlementaires acoustique .....	18
1.4.2	Confort thermique .....	20
1.4.4	Confort visuel.....	21
1.4.5	Confort olfactif.....	22
1.4.6	Qualité de l'air intérieur.....	22
1.4.7	Matériaux à faibles impacts sanitaires.....	23
1.5	SYNTHESE.....	24

## 1.1 LES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX

L'Aéroport de La Réunion Roland Garros a validé en 2012, un plan d'actions environnementales portant sur :

- la gestion raisonnée des déchets
- la maîtrise de la consommation de l'énergie, de l'eau
- la maîtrise des rejets (aqueux et atmosphériques)
- la prévention de toute pollution
- la maîtrise des émissions sonores
- la protection de la faune et de la flore.

Elle a ensuite obtenu en novembre 2014, les certifications à la norme ISO 14001 (management de l'environnement) et à la norme ISO 50 001 (management de l'énergie), délivrées par l'AFNOR au terme d'un audit.

L'Aéroport de la Réunion Roland Garros a été le premier aéroport français, et l'une des toutes premières entreprises réunionnaises à décrocher la certification ISO 50 001. Ces deux nouvelles certifications apportent à la SA ARRG une méthode, fondée sur des outils et des indicateurs de performances qui l'aideront à hiérarchiser les actions à mener au cours des prochaines années. Elles viennent compléter la certification à la norme ISO 9001 (management de la qualité), obtenue en 2006 et régulièrement renouvelée depuis.

Avec le Système de Gestion de la Sécurité, validé par l'Aviation civile, les trois référentiels ISO constituent le Système de Management Intégré de l'Aéroport, qui facilite la gestion simultanée de plusieurs domaines de management.

L'ARRG a décidé des objectifs environnementaux et énergétiques suivants :

- de **mettre en œuvre le programme PREBAT Réunion** développé par l'ADEME Réunion,
- de **respecter le référentiel PERENE** dans la conception du bâtiment,
- **d'optimiser les investissements dans le but d'atteindre une performance environnementale optimale** notamment :
  - sur l'énergie et notamment sur la climatisation de confort et l'éclairage,
  - en assurant un confort maximal des usagers (thermique, visuel, acoustique, et sanitaire (qualité de l'air intérieur),
  - et en assurant une gestion des déchets de chantier optimale (cf. Charte Environnement).
- de minimiser les impacts environnementaux en phase construction du bâtiment (bilan carbone) ;
- de minimiser les impacts environnementaux en phase exploitation du terminal (énergie, eau, déchets, air,...) ;
- de contribuer au développement des compétences internes et de l'économie locale (ressources locales, systèmes constructifs, préfabrication...) ;
- de minimiser les coûts d'exploitation de cet ouvrage (consommations d'énergie, coûts de maintenance, flexibilité-évolutivité) ;
- d'optimiser la valeur du bâtiment (attractivité, pérennité, résistance à l'obsolescence, valeur vénale) ;

L'esquisse architecturale proposée doit être entièrement pensée dès le départ selon ces orientations, avec un résultat bien plus impactant que pendant la phase d'études.

Cette esquisse et la description de la stratégie mise en œuvre seront spécifiquement analysées selon ces critères.

## 1.2 LA DEMARCHE PREBAT

Le programme PREBAT est le programme national de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans les bâtiments lancé en 2005 en France. Il permet de soutenir des centaines d'acteurs du bâtiment dans une optique d'optimisation des performances énergétiques et environnementales des bâtiments.

A travers de ce programme, l'ADEME Réunion a développé une méthodologie spécifique au projet de bâtiments tertiaires à la Réunion. Elle s'articule autour de 7 grandes thématiques :

- Analyse de site : climat, milieu physique, nuisances...
- Master plan : implantation, paysage, gestion de l'eau...
- Enveloppe : protection solaire, performance des parois...
- Equipements : éclairage, climatisation, équipements spécifiques...
- Performance globale : confort thermique, visuel, énergie...
- Suivi en phase chantier : chantier à faibles nuisances environnementales...
- Pérennité des performances : gestion des équipements, suivi du confort...

Ces thématiques suivent le déroulement d'un projet de construction. Chaque thématique et sous thématiques ont plus ou moins d'importance selon l'avancée du projet. Le tableau suivant récapitule l'impact d'une thématique énoncée dans PREBAT en fonction de l'avancement du projet.

Thématique PREBAT		Phases opérationnelles	Implantation	Programme	ESQ	APS	APD	PRO/DCE	ACT	Chantier	AOR	Livraison	Gestion
ANALYSE DE SITE	Climat												
	Nuisances de proximité												
	Biodiversité												
	Ressources locales												
	Milieu physique												
MASTER PLAN	Chantier												
	Implantation & morphologie												
	Volet paysager												
	Volet transport												
	Gestion de l'eau												
	Confort d'usage												
	Zonage thermique												
	Zonage aérodynamique												
	Pénétration de la lumière naturelle												
	Emplacement des zones techniques												
ENVELOPPE	Optimisation protection solaire / lumière												
	Efficacité des trames de ventilation naturelle												
	Perméabilité à l'air												
EQUIPEMENTS	Eclairage artificiel												
	Équipement de ventilation												
	Eau chaude sanitaire												
	Climatisation												
	GTB												
	Autres												
PERFORMANCE GLOBALE	Confort acoustique												
	Confort thermique												
	Confort visuel												
	Confort olfactif												
	Santé												
	Énergie												
	Environnementale												
	Déchets												
SUIVI EN PHASE CHANTIER	Chantier à faibles nuisances												
PERENNITE DES PERFORMANCES	Enveloppe												
	Équipement												
	Suivi et mesures												

Phase ayant un impact sur la thématique  
Phase ayant un fort impact sur la thématique

### Hierarchisation des thématiques PREBAT suivant l'état d'avancement d'un projet

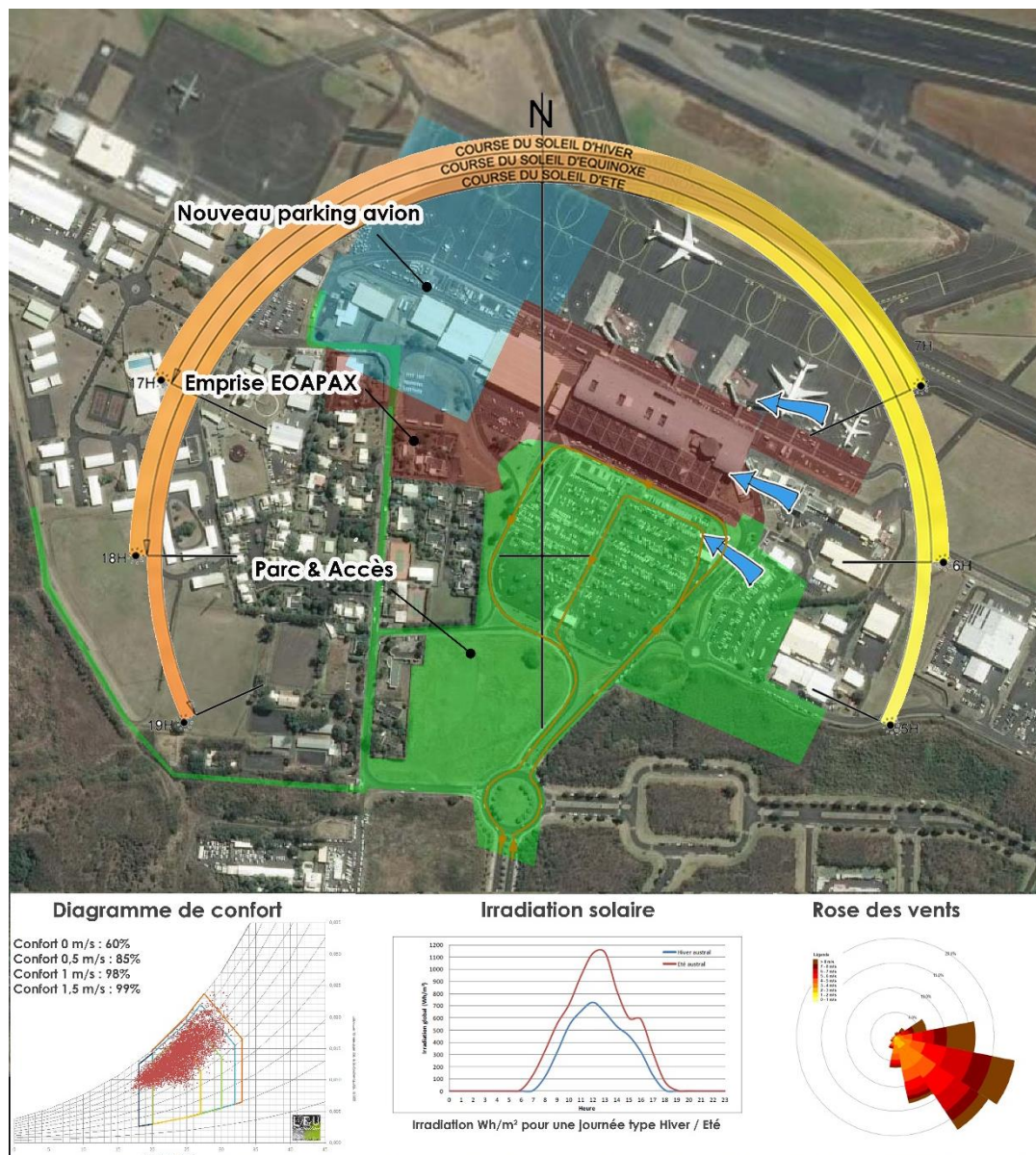
Cette hiérarchisation met en évidence l'importance des sous-thématiques et thématiques en fonction du déroulement du projet de construction.

D'autre part, les prescriptions environnementales énoncées par la suite vont permettre d'accompagner les concepteurs à la réalisation d'un projet plus économe en énergie. **Afin de ne pas brider la conception, les objectifs environnementaux se basent sur des résultats et non sur des moyens techniques ou architecturaux.**

### 1.3 ANALYSE DE SITE

L'analyse de site est une étape essentielle pour la bonne compréhension des atouts et potentiels du site. Elle permet d'identifier les diverses nuisances, les interactions avec les bâtiments à proximité, la topographie, la végétation, etc.

#### Des conditions climatiques favorables au fonctionnement passif



#### Plan masse climatique. LEU Réunion

Lorsque l'on place les couples de points température et humidité du fichier météorologique (source : PERENE) dans un diagramme de confort sur l'année ; on remarque que le confort hygrothermique est atteint à 60% du temps sans vent et à 98% avec une vitesse de vent de 1 m/s sur les usagers.



## Un site en développement avec des nuisances acoustiques conséquentes.



**Plan masse urbain, LEU Réunion**

Le site d'implantation du projet est soumis à des contraintes acoustiques fortes. En effet, sur la partie Nord, on retrouve les parkings avions et les pistes qui génèrent des nuisances importantes. En partie Sud, on a la voie rapide et toutes les circulations de l'aérogare.

Le site possède :

- Un potentiel de ventilation favorable à un fonctionnement en ventilation naturelle. Les vents dominants sont orientés de l'Est au Sud-Sud-Est toute l'année. Les vents sont plus forts en saison sèche (mai à novembre).
- Des températures élevées avec peu de différences entre les deux saisons (humide et sèche) et entre le jour et la nuit :  $\Delta 7^{\circ}\text{C}$  pour les deux périodes
- Une humidité importante en saison humide lorsque les températures sont les plus élevées
- Une forte irradiation solaire surtout en saison humide
- Des événements climatiques extrêmes arrivent fréquemment (forte tempête, cyclone, forte précipitation)
- Des nuisances acoustiques liées au trafic aérien et routier
- Une vue remarquable vers les montagnes à valoriser
- Des projets multiples en parallèle à proximité (parc & accès, hôtel Hilton, siège air austral, etc.)
- Une qualité d'air extérieur sur le site qui ne contre indique pas la mise en œuvre d'une ventilation naturelle

### 1.3.1 Echelle de la parcelle – Plan masse

#### 1.3.1.1 Implantation & Morphologie

Le plan masse du projet doit profiter du potentiel de vent du site, se protéger du rayonnement solaire direct, s'intégrer à la topographie du site, se protéger des nuisances acoustiques liées au trafic aérien et routier.

Le potentiel éolien sur site permet d'assurer des taux de renouvellement d'air suffisant pour avoir des vitesses d'irrigation comprises entre 0,5 et 1,5 m/s dans les zones conçues en ventilation naturelle. Les contraintes liées à l'existant peuvent conduire dans certaines zones à utiliser des brasseurs d'air dont l'efficacité est impérativement liée à des taux de renouvellement d'air de 15 volume/heure, taux minimal pour assurer la décharge thermique des bâtiments.

La conception des ouvrants doit aussi répondre aux contraintes acoustiques et olfactives propre à un aéroport mais aussi de protection à la pluie, de traitement de la lumière et de la ventilation.

Par ailleurs, cette réflexion architecturale sur la morphologie du bâtiment pourra créer des opportunités d'intégration d'aménagements concourant au maximum à l'image et au confort des lieux dans la mesure où l'impact en investissements reste négligeable.

#### 1.3.1.2 Volet paysager

L'arbre fut certainement en milieu tropical le premier ouvrage d'architecture confortable, comme en témoigne le terme « arbre à palabre » (lieu de rassemble, lieu d'échange et d'idées). La ville tropicale actuelle, de plus en plus minéralisée, laisse une faible place à un être vivant déterminant pour le confort et la beauté des villes en milieu tropical.

La ville tropicale devient chaude, poussiéreuse, ou inversement dangereuse et inondée dès qu'une pluie advient. Entre la ville de Saint Pierre, et le pied de la forêt de Mare longue à Saint Philippe, l'écart de température en après-midi d'été peut atteindre dix degrés Celsius... l'arbre est donc un élément indispensable du confort urbain.

Les bienfaits de l'arbre ne sont pas seulement climatiques. Des études ont montré qu'un convalescent devant un paysage arboré quittait beaucoup plus vite sa chambre d'hôpital qu'un autre orienté vers un parking ou des surfaces grisées, tout simplement parce qu'il avait guéri plus vite... Outre l'équilibre psychologique des populations urbaines, l'arbre améliore la qualité sanitaire des espaces urbains.

La végétation et l'arbre améliorent la qualité de l'air par la respiration, en produisant de l'oxygène et en piégeant par la croissance du carbone anthropique, mais également par la grande capacité à intercepter les aérosols urbains pollués. Un hectare de forêt stratifiée et dense peut piéger 50 tonnes de poussières par année...,

L'arbre également transforme les conditions du sol et permet le traitement des polluants comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques qui sont biorémediés (synonyme : décontaminé, dépollué) par les bactéries aérobies symbiotiques des systèmes racinaires des végétaux. La pollution de l'air affecte par contre beaucoup les végétaux, qu'il s'agisse des superoxydants secondaires comme l'ozone troposphérique (ozone de basse altitude, ozone polluant), et génère une nitrification des sols issues des oxydes d'azote pouvant affecter les milieux vivants et la pédofaune (faune du sol).

A l'heure des stress hydriques (agression des organismes dus à un déficit d'apport en eau) ou des risques hydrauliques, générés par l'artificialisation des sols et des espaces de



l'établissement urbain, l'arbre en ville à un potentiel inégalable de temporisation des eaux pluviales autant que de dépollution des eaux contaminées. Pour illustration, l'eau de la nappe de Pierrefonds qui sert à arroser les cannes de Dassy à Saint Pierre, provient des forêts sèches mésophiles qui occupaient la place historiquement des actuelles cannes ...lesquelles ne participent que faiblement au phénomène de recharge de la dite nappe.

### La réduction de l'effet d'îlot de chaleur

Les jardins, via des mécanismes d'évapotranspiration, permettent de réguler la température et l'humidité ambiante. En plantant un réel complexe végétal en périphérie de bâtiment, on peut ainsi arriver à abaisser la température intérieure, comparé à un bâtiment composé de surfaces minérales sur sa périphérie. En effet, l'air pénétrant dans le bâtiment ne sera pas surchauffé. A contrario, il sera moins élevé que la température ambiante.



Croquis de l'effet d'îlot de chaleur. LEU Réunion

Dans le traitement des espaces extérieurs, les surfaces plantées devront être préférées aux surfaces minérales. La bande des 3 mètres minimum 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, etc.). Les strates intermédiaires risquant de réduire l'accès au vent des bâtiments seront limitées. Lors de la pose de surface minérale, il sera privilégié des coloris clairs.

De plus, ces jardins doivent avoir une densité suffisamment importante pour avoir un réel impact sur le fonctionnement thermique. Les photos suivantes illustrent ce propos.



Exemple de végétalisation des abords de bâtiments, LEU Réunion

### Une forte diversité végétale

Les jardins constituent des continuités et des réservoirs écologiques, favorisant la diversité floristique et faunistique. Afin de retrouver cette diversité végétale sur site, nous recommandons d'avoir la palette végétale la plus fournie possible.

- Mettre en place des îlots de fraîcheur
- Favoriser l'ombrage et la végétalisation des abords de bâtiments
- Créer un réel complexe végétal
- Avoir une palette végétale la plus diversifiée possible
- Choix de taxons à faible potentiel allergisant et diversification des essences pour réduire les concentrations locales de pollens

#### 1.3.1.3 Volet transport doux

Le projet pourra proposer des stationnements vélos sécurisés. Le parcours entre ce stationnement vélo et les pistes cyclables de la voie vélo régionale devra être sécurisés.

- Favoriser les modes de transport doux : mise à disposition de douches pour le personnel et usagers SA ARRG ; facilité d'accès vers les arrêts de bus



#### 1.3.1.4 Gestion de l'eau

La gestion des eaux pluviales est un bon point essentiel dans tout projet de construction et d'aménagement. Notre stratégie va être ici de temporiser les eaux pluviales sur la parcelle, pour éviter leur rejet direct dans les réseaux et alimenter les zones végétalisées.



Le défaut principal des réseaux enterrés vient du fait qu'ils concentrent, en des temps relativement courts, des flux importants que ce soit en termes de quantités (volumes, débit d'eau) ou en termes de pollution, et qu'ils sont dimensionnés pour un volume à un instant « t » (contrainte, impluvium, surfaces imperméabilisées).

Avec l'expérience, il a été constaté que ce système présente certains inconvénients :

- Concentration des polluants, lessivés sur le passage de l'eau, dans les ouvrages de rétention ou les exutoires ;
- Traitement des eaux pluviales non visible ;
- Coût de réalisation plus important par rapport à un réseau à ciel ouvert ;
- Difficulté d'identification du problème en cas de dysfonctionnements et par conséquent coût plus important dans le cas d'une réparation ;
- Problème d'encombrement des réseaux (ensablement, déchets) d'où une difficulté de gestion ;
- Perte d'un potentiel d'eau pour une éventuelle réutilisation (cohérence entre le projet de gestion de l'eau et le projet paysager : mise en scène de l'espace public, ombrage, dépollution avec le rôle phyto-épuration de la végétation) ;
- Sous dimensionnement lors de l'extension/densification des villes ;
- Complexification des réseaux enterrés et donc problématique des réseaux/plantation accrue.

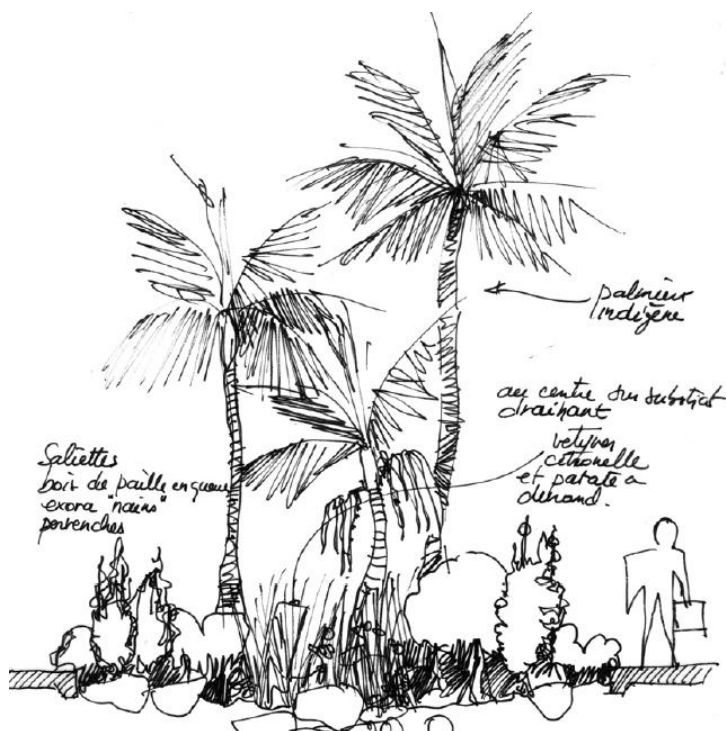
De nos jours, la plupart des bureaux d'études ont tendance à concevoir et dimensionner des systèmes d'assainissement enterrés qui consistent à évacuer le plus loin et le plus vite possible les eaux. Aujourd'hui, malgré le développement des réseaux de gestion des eaux pluviales

dans les villes, on observe quand même l'occurrence d'inondations, voire de catastrophes naturelles. Il est donc nécessaire de redéfinir les concepts de l'assainissement pluvial en remettant en cause ses fondements actuels.

Les techniques alternatives (chaussées à structure réservoir, les puits, les tranchées, les toits stockant, les fossés, les noues, etc.) sont une solution. Elles reposent sur les deux principes suivants :

- La rétention d'eau pour réguler les débits et limiter la pollution à l'aval ;
- L'infiltration dans le sol, lorsqu'elle est possible, pour réduire les volumes s'écoulant vers l'aval.

La noue végétalisée de temporisation n'est seulement qu'un des éléments dans la gestion des eaux pluviales. Elle peut être utilisée seule comme technique alternative à part entière ou en complément d'autres techniques. Ces espaces maîtrisés dédiés à l'expansion des eaux rendent à la nature cette capacité de ralentissement des eaux de ruissellement en augmentant la temporisation. De plus, la noue est un élément qui participe à l'ambiance paysagère et apporte une biodiversité au site tout en atténuant les ilots de chaleur urbaine.



**Croquis d'une noue végétalisée (Végétation adaptée à la Réunion, LEU Réunion)**

### 1.3.2 Echelle des bâtiments

#### 1.3.2.1 Zonage thermique

Dans projet, le regroupement des locaux ayant le même comportement thermique va permettre d'optimiser le fonctionnement thermique et énergétique de ces espaces. En effet, si l'on rassemble les locaux climatisés, les déperditions des parois seront limitées et donc les besoins en froid de ces locaux également.

#### 1.3.2.2 Zonage aéraulique

Le regroupement des zones en fonction des types de ventilation retenus (naturelle ou climatisation) doit être recherché et il faudra porter un soin particulier pour assurer l'étanchéité entre celles-ci.

#### 1.3.2.3 Pénétration de la lumière naturelle

La valorisation de l'éclairage naturel répond à un double objectif :

- De confort, de bien-être et de plaisir des yeux ; la lumière naturelle contribue à la réduction du stress, à la valoriser l'offre de détente et de services ;
- De réduction des consommations d'énergie (l'éclairage est le second poste de consommation après la climatisation).

La lumière naturelle doit être au maximum présente dans toutes les grandes zones publiques et dans les locaux de travail.

Les aménagements intérieurs des différentes zones doivent favoriser une diffusion maximale de cette lumière naturelle (matériaux, couleurs...).

De façon générale, la conception du projet intégrera des solutions architecturales favorisant la pénétration de lumière naturelle dans le bâtiment.

#### 1.3.2.4 Emplacement des zones techniques

Des points de vue énergie, confort et maintenance, l'implantation des locaux techniques doit respecter cinq principes :

- Favoriser leur implantation en façades très faiblement exposées au rayonnement solaire direct ; impératif pour les locaux électriques principaux et les locaux informatiques ;
- Répartir et positionner les locaux en cohérence avec les systèmes envisagés, de façon à réduire au maximum les longueurs de réseaux, particulièrement aérauliques (en particulier : distance max entre 2 locaux techniques élec ou CVC = 80 m) ;
- Ne pas placer un local transfo ou un tableau de puissance principal (TGBT) en contigu avec des espaces de travail à occupation continue ;
- Concevoir les locaux techniques CVC et les réseaux de façon à garantir les accès à tous les organes et les démontages-remplacements.
- Les CTA seront disposés dans des locaux technique fermés, à l'abri des intempéries et du rayonnement solaire direct



### 1.3.3 Enveloppe

Le parti-pris architectural de l'enveloppe servira les enjeux de confort et d'environnement, notamment en termes :

- De choix des systèmes constructifs et des matériaux (voir chapitre performance globale environnementale) ;
- De comportement bioclimatique du bâtiment.

L'optimisation du confort hygrothermique et de la sobriété énergétique interagit avec les thématiques confort lumière / chaleur / qualité de l'air / acoustique. Ces problématiques doivent être menées de manière synchrone afin de :

- o Se protéger du soleil en limitant les surcharges thermiques au niveau des toitures, des parois opaques et des baies.
- o S'assurer des taux renouvellements d'air appropriés pour chaque zone thermique (ventilation hygiénique, ventilation d'évacuation des surcharges thermiques, ventilation de confort) ;
- o S'assurer d'une bonne étanchéité à l'air pour les locaux climatisés afin de limiter les besoins en froid engendrant des économies sur le poste climatisation.
- o Bénéficier d'apports de lumière naturelle en lien avec l'efficacité des protections solaires. Ceci permettra de limiter l'usage de l'éclairage artificiel.

#### 1.3.3.1 Optimisation des apports solaires des toitures et façades

Les apports conséquents sont relativement conséquents sur site, il est alors nécessaire de limiter ces surchauffes, surtout en été austral.

Une réflexion poussée doit être menée sur la stratégie de limitation des apports solaires sur les toitures et façades.

#### 1.3.3.2 Optimisation protection solaire des baies

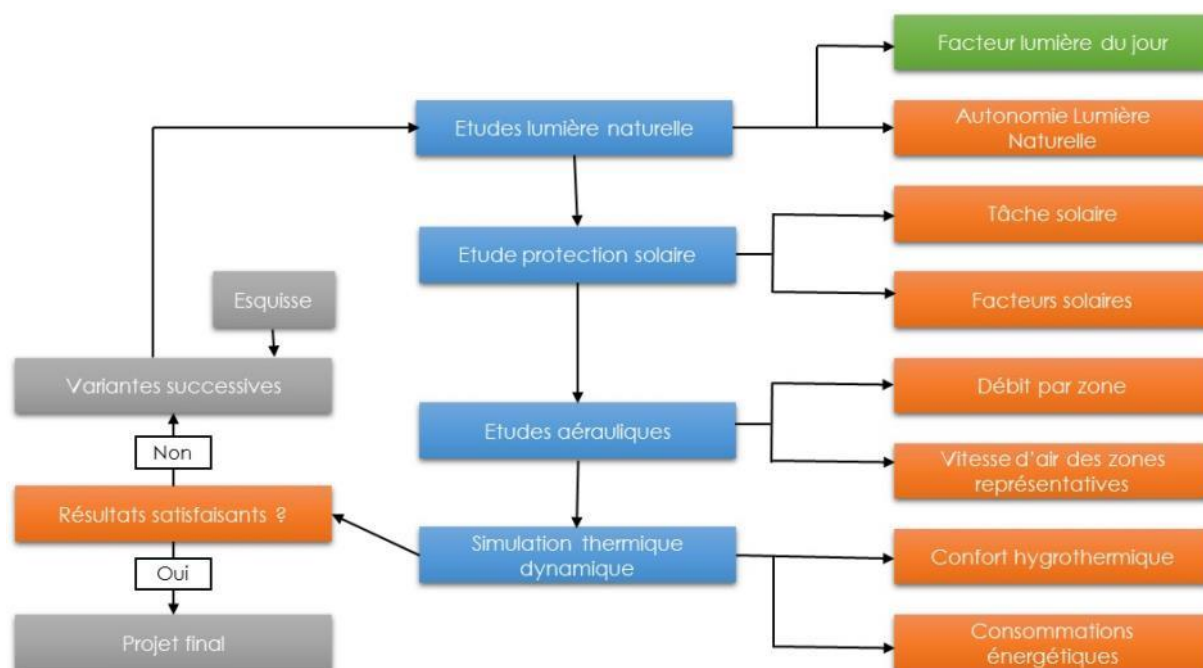
Les choix des systèmes de protection solaire des baies vitrées sont un des éléments déterminants de la stratégie générale de réduction des consommations d'énergie et de confort des usagers.

L'attention du concepteur est attirée sur :

- Le nécessaire équilibre à trouver entre pénétration maximale de lumière naturelle, protection thermique et éblouissement ;
- Les risques que peuvent représenter des solutions à base de protections semi-transparentes ou de résilles, dès lors qu'elles ne résolvent pas la problématique d'éblouissement et de confort thermique ou de sur-climatisation. Privilégier au maximum des solutions bloquant le rayonnement solaire direct lorsque nécessaire, sans être incompatible avec une entrée de lumière naturelle, de ventilation et la vision vers l'extérieur ;
- Les risques liés à la motorisation excessive des systèmes de protection solaire (corrosion, pannes, accessibilité...). Privilégier des solutions de protections fixes et limiter la motorisation à des baies pour lesquelles elles peuvent se justifier (exposition et accessibilité vs variabilité des usages)

### Conditions de maintenance :

- Eviter que des protections solaires fixes empêchent un accès au vitrage pour nettoyage ;
- Eviter au maximum le besoin de nacelle suspendue ou d'échafaudage pour nettoyer les surfaces vitrées ; les principes de nettoyage seront à définir et évaluer en coût et devront être validés en phase APS en coordination avec la SA ARR.G.



### Démarche d'optimisation de l'enveloppe du bâtiment, LEU Réunion

- Optimisation des apports solaires sur les toitures, façades et baies

#### 1.3.3.3 Efficacité de la ventilation naturelle

L'enjeu principal de la Ventilation Naturelle en milieu tropical humide est de développer le confort thermique de l'occupant de manière totalement naturelle dans les espaces intérieurs et les « couches de vie », en créant des vitesses d'irrigation suffisantes. Pour des gammes de vitesses de balayage de l'air de 0.5 m/s à 1.5 m/s, (échanges accélérés par convection forcée entre le corps humain et l'ambiance), la température effective ressentie par le corps humain est de 4°C inférieure à celle de l'ambiance thermique physique (26°C par exemple alors que le thermomètre indique 30°C). Cette baisse de température peut être augmentée avec la vitesse de l'air, mais on admet que pour  $V > 2.5\text{m/s}$ , la gêne peut commencer.

Si l'on traduit cette gamme de niveaux de vitesses de balayage internes (permettant d'obtenir une température ressentie de -4° à -5°C) en taux de renouvellements d'air on dépasse les 100 volumes/heure pour des façades suffisamment poreuses (surface d'ouverture libre >20%).

Lorsque l'objectif du confort thermique en ventilation naturelle ne peut être totalement atteint, soit par un effet d'environnement avec réduction du vent et un effet de masque sur la zone du Projet, soit parce que la conception aérodynamique externe et/ou aéraulique interne n'est pas suffisamment performante pour pouvoir atteindre les niveaux de vitesses intérieures

d'irrigation recherchés, alors, si la conception aérodynamique globale permet d'atteindre des taux de renouvellement d'air supérieurs à 15 volumes /heure, le confort thermique pourra être obtenu en utilisant des brasseurs d'air (adaptés et correctement répartis).

Dans ces dernières conditions les charges thermiques internes sont bien évacuées, et les brasseurs d'air (vitesses réglables) créent les courants de convection nécessaires à l'abaissement de plusieurs degrés de la température ressentie. Le confort sera alors semblable à celui obtenu précédemment avec « la meilleure conception aérodynamique » autorisant des vitesses d'irrigation « naturelles » allant de 0.5 m/s à 2 m/s.

L'architecture externe, par sa géométrie et son organisation, doit permettre une implantation et un dimensionnement correct des transparences et ouïes d'admission d'air en façades.

L'efficacité d'une architecture climatique dépend directement de sa bonne gestion : les ouvrants sont à ouvertures progressives et ajustables (0% à 80%) pour des raisons de protection contre la pluie (ou d'alerte cyclonique), pour réduire les entrées (frein aux vitesses d'air trop élevées) lors de conditions de vent trop fort, mais surtout pour ajuster (débit, vitesse, distribution) les flux internes d'irrigation pour développer et contrôler les meilleures conditions de confort thermique pour les usagers.

- **Assurer des taux de renouvellements d'air suffisants pour évacuer les surcharges thermiques dans les locaux fonctionnant en ventilation naturelle**

#### 1.3.3.4 Perméabilité à l'air

- Les différentes zones (ventilation naturelle, mixtes et climatisées) doivent être regroupées afin de pouvoir limiter les circulations d'air entre elles.
- Pour les zones climatisées, les déperditions thermiques liées au renouvellement d'air doivent être maîtrisées. Elles peuvent être de deux sortes :
  - infiltrations parasites d'air extérieur par le bâti : afin de les limiter, les locaux climatisés devront présenter une bonne étanchéité, en particulier les ouvrants doivent être d'une classe de perméabilité à l'air minimale A\*3.
  - circulations d'air entre les différentes zones (ventilation naturelle, mixtes et climatisées) dont l'air ambiant n'est pas à même température : pour limiter les interfaces entre elles, dans la mesure du possible les zones de même typologie doivent être regroupées.

### 1.3.4 Equipements

#### 1.3.4.1 Eclairage artificiel

L'éclairage artificiel est le second poste de consommation après la climatisation et contribue aux apports internes de chaleur.

La stratégie d'éclairage a donc un impact non négligeable sur le bilan énergétique.

A titre de repère, des ratios de puissance suivants peuvent être visés pour participer à l'atteinte de cible de performances énergétique globale « 3 usages » par le projet :

- Au global  $\leq 7 \text{ W/m}^2$  dans les grands volumes et zones publiques hors commerces et blocs sanitaires (y compris éclairage de mise en valeur) ;
- $\leq 5 \text{ W/m}^2$  dans les zones de travail et autres espaces divers.

Cette stratégie d'éclairage doit simultanément contribuer au confort et à l'attractivité des différentes zones en fonction de leurs usages, ainsi qu'à une maintenance simplifiée :

- Pour les espaces de grande hauteur, privilégier des combinaisons entre éclairage général et éclairage d'appoint localisé, en visant plusieurs objectifs, par exemple :
  - Confort : adaptation de l'éclairement aux besoins de la zone considérée ;
  - Faibles consommations ;
  - Mise en valeur des commerces (disposant de leur propre éclairage) ;
  - Vision plus claire vers le tarmac de nuit.
- Eclairage des volumes de grande hauteur : assurer un accès facile aux appareils pour maintenance, sans nacelle ni échafaudage.

#### 1.3.4.2 Production et distribution de froid

La SA ARRG développe actuellement un projet de réseau de froid centralisé sur la concession aéroportuaire. C'est dans ce contexte que le système de climatisation du projet devra être compatible avec un raccordement futur à ce réseau.

Ce qui présuppose l'intégration des éléments suivants dans la conception :

- **Production par groupe frigorifique à eau glacée**
- **Local technique climatisation localisé au RDC**, le plus au Nord possible de la parcelle proposée

#### 1.3.4.3 Energies renouvelables

**L'intégration de solaire photovoltaïque est encouragée.**

Eviter les solutions techniques non rentables sur un plan environnemental pour le projet considéré. Exemples :

- Energie grise (liée à la fabrication des équipements) très importante au regard des économies d'énergie pendant la durée de vie... ;
- Création d'une situation d'inconfort et/ou production d'énergie inférieure à une augmentation de consommation induite sur un autre usage.

## 1.4 PERFORMANCE GLOBALE

### 1.4.1 Confort et contraintes réglementaires acoustique

Concernant les aspects acoustiques, de nombreux objectifs vont devoir être atteints pour assurer l'ensemble des contraintes, ceci tant sur le plan de l'impact sonore environnemental des installations génératrices de bruit (aspect réglementaire) que sur le confort acoustique à l'intérieur du bâtiment.

- **Impact sonore environnemental** : Cet aspect entre bien entendu dans la démarche globale de la qualité environnementale du projet. De fait, le bruit généré par le fonctionnement des installations techniques et des différents locaux techniques du projet devra être parfaitement maîtrisé.

Les équipements techniques seront ainsi l'objet de précautions en vue de limiter les niveaux sonores générés par leur fonctionnement à des valeurs compatibles d'une part avec les exigences réglementaires, et d'autre part avec les fonctions des locaux exposés.

Outre un choix d'équipements adaptés et un positionnement judicieux des locaux techniques, ce résultat sera obtenu au moyen de dispositifs tels que silencieux et encoffrements, qui seront à définir lors des différentes phases d'étude. Les locaux techniques devront présenter des performances d'isolation acoustique adaptées de manière à ce que le rayonnement de leur enveloppe ne soit pas à l'origine d'une dégradation qualitative de l'impact environnemental global.

- **Impact intérieur des équipements techniques** : De la même manière que précédemment, l'impact sonore du fonctionnement des équipements techniques et des locaux techniques devra permettre de respecter les objectifs acoustiques visés pour le confort des utilisateurs du bâtiment (niveaux sonores résultants dans les bureaux, les espaces de travail, d'accueil, ...).

Le choix d'équipements adaptés et leur positionnement sur le site seront une nouvelle fois primordiaux, avec pour objectif primaire de limiter au maximum les traitements acoustiques compensatoires (renforcements excessifs et onéreux des performances des cloisons, des portes, des silencieux, ...). Le bruit généré par le fonctionnement de ces installations techniques et des différents locaux techniques du projet devra être parfaitement maîtrisé (insonorisation des réseaux, isolements acoustiques des locaux techniques, ...).

À noter également que pour ces installations techniques, l'aspect vibratoire devra également être pris en considération (désolidarisation de tous les équipements générateurs de vibrations susceptibles de dégrader le confort acoustique recherché par la transmission de vibrations parasites au bâtiment).

- **Isolement acoustique des façades du projet** : Il s'agit de l'un des points les plus délicats du point de vue acoustique. La fonction d'isolement vis à vis de l'extérieur a pour objet de limiter l'intrusion de bruit provenant de l'extérieur (bruit des avions et voie rapide tout particulièrement...), elle doit être en cohérence avec le confort intérieur recherché.

L'isolement au bruit aérien des locaux du projet par rapport à l'extérieur sera essentiellement obtenu au moyen des éléments d'enveloppe du bâtiment, afin de satisfaire les objectifs définis par le programme. L'affaiblissement acoustique de ces éléments, et leur méthode de pose, devront être déterminés de manière à satisfaire d'une part les objectifs d'isolement au bruit aérien vis à vis de l'extérieur, et d'autre part les objectifs d'isolement au bruit aérien entre espaces intérieurs (prévention des transmissions latérales).

- **Isolement acoustique aux bruits aériens et bruit de chocs** : L'isolement au bruit aérien a pour but de limiter les transmissions de bruit entre espaces et de disposer le cas échéant



d'une bonne confidentialité (bureaux, salles de réunions, salons d'attente ou de repos...).

Ces isolements seront obtenus d'une part au moyen de positionnements judicieux des locaux sensibles vis à vis de leur environnement, d'autre part au moyen de séparatifs présentant des performances appropriées en termes d'indice d'affaiblissement au bruit aérien (concerne les cloisons et les portes de manière générale).

Une attention toute particulière doit être portée sur les risques de transmissions latérales via les éléments de façades ou autres éléments conducteurs.

Enfin, les choix de revêtements de sol et de caractéristiques de planchers seront effectués de manière à limiter à la source la transmission de bruit de choc d'un espace à un autre. Ils devront également ne pas être à l'origine d'une augmentation des bruits de roulement des chariots et bagages à l'intérieur même des espaces (revêtements "accidentés" à bannir).

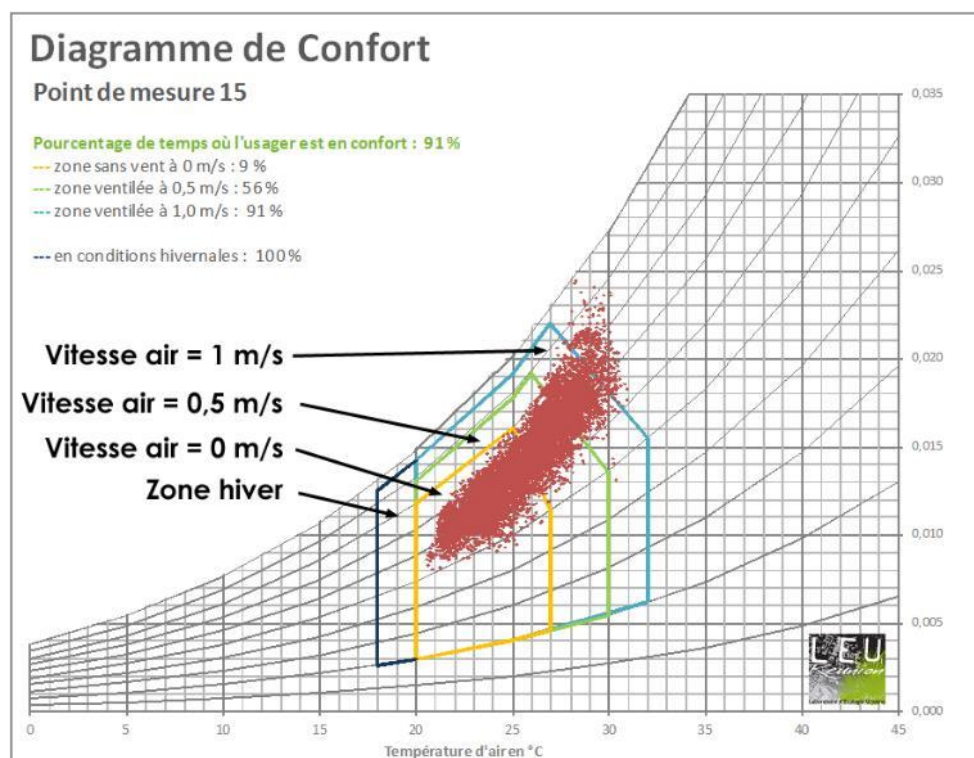
- **Traitements acoustiques intérieurs :** Ces traitements ont pour objet de réduire les durées de réverbération et par là même d'améliorer la sensation de confort intérieur. Ces traitements devront également favoriser l'intelligibilité dans les différents espaces de du bâtiment, pour les conversations classiques comme pour les messages sonorisés, qu'ils soient de confort ou d'urgence.

A ces fins, les grands espaces (halls, salles d'embarquement,...) feront l'objet de traitements absorbants en sous face de toiture. Les locaux à usage de bureaux, de salon, ou de repli, seront dotés de faux-plafond absorbants. Des compléments de correction devront également être prévus lorsque nécessaires pour l'obtention des objectifs visés (panneaux muraux sur parties opaques, matériaux absorbants suspendus, ...).

### 1.4.2 Confort thermique

On parle de confort hygrothermique lorsque l'on est en état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique. Il va dépendre de plusieurs facteurs dont :

- **Vitesse d'air** : Elle influence par convection sur les échanges thermiques. Ainsi, lorsqu'on a une ventilation supérieure à 0,2 m/s, la vitesse d'air va influencer le confort. Par exemple, quand on allume un ventilateur en période chaude, cette vitesse d'air va améliorer le confort thermique alors que la température de l'air reste identique ; on parle alors de température ressentie.
- **Humidité** : Entre 30 et 70%, l'humidité relative va peu jouer sur le confort thermique. Or, les taux moyens d'humidité sont de l'ordre de 80% à la Réunion. On veillera à ne pas laisser stagner l'air dans les locaux pour éviter toute forme de condensation, on ventilerait alors un maximum.
- **Température des parois** : Elle influence les échanges thermiques par rayonnement. Par exemple, si l'on se place en dessous d'une tôle classique, la sensation de chaleur sera plus conséquente que sous une tôle réfléchissante, précédemment évoquée, qui réfléchirait 90% du rayonnement et qui a une couche mince d'isolation.
- **Température de l'air** : La température de l'air ambiant va bien évidemment influencer le confort thermique. En période chaude, la température de l'air ambiant pourra être supérieure à 30°C, il faudra alors évacuer cette charge thermique.



On peut évaluer le confort grâce au diagramme de confort qui est fonction de la température de l'air, de l'humidité et des vitesses de vents. Si l'on est situé dans le polygone jaune, on est en situation de confort pour des vitesses d'air quasi-nulles. Si l'on est dans le polygone vert, on est en situation de confort pour des vitesses d'air comprises entre 0,5 et 1 m/s. Lorsqu'on est dans le polygone bleu, on est en situation de confort pour des vitesses d'air supérieures à 1 m/s. Lors des études du confort hygrothermique dans les phases suivantes, nous exprimerons le confort grâce à ce diagramme.

### 1.4.3 Exigences sur le confort hygrothermique

Les zones traitées en ventilation naturelle doivent respecter à minima les critères suivant :

Zonage thermique	Objectif confort hygrothermique
<b>Ventilation naturelle</b>	<b>&gt;95% sur l'année</b>
Climatisation 100%	Non applicable
<b>Zone mixte</b>	<b>&gt;97% hors période de climatisation</b>

### 1.4.4 Confort visuel

En termes de lumière, les conditions de confort visées sont récapitulées dans le tableau suivant.

Les valeurs indiquées ont été ajustées dans un souci d'optimisation du confort et d'économie d'énergie, et prennent en compte les minimas réglementaires.

**Tableau de confort et d'automatisme pour l'éclairage**

Types de locaux	Eclairage général				Ecl. plan de travail	Automatismes et divers (gérés en local, sauf indication GTB)
	E mini	E moy	UGR	IRC	E mini	
Lieux affectés au travail						
Bureaux	120	240	19	80	300	Détection de luminosité, détection de présence
Couloirs de bureaux	100	200	22	80		Détection de présence
Salles de réunion	120	240	19	80	350	Détection de luminosité, détection de présence
Blocs sanitaires et douches	40	200	25	80		Détection de présence
Salles de repli, coin repas	120	240	25	80	300	Détection de luminosité, détection de présence
Locaux aveugles affectés à un travail permanent	180	300	19	80	350	Détection de présence, éclairage plan de travail possible par appoint
Locaux stockage, réserves, nettoyage	60	150	25	40		200 lux en cas d'occupation permanente ; détection de présence
Archives	40	200	25	80	120	
Cages d'escaliers	75	150	25	40		Détection de luminosité (si lumière naturelle) et détection de présence

$E_{mini}$  et  $E_{moy}$  = Eclairage minimum et moyen (incluant le facteur de dépréciation)

UGR = taux d'éblouissement unifié

IRC = Indice de Rendu des Couleurs

Températures de couleur :

- Dans les grands espaces, la température de couleur intermédiaire des sources lumineuses sera généralement de 4000 K (salles d'embarquement, etc.) ;
- Dans le cas d'espaces de "confort" ou de certaines zones anxiogènes (génératrices de stress pour les passagers), adopter une température de couleur  $\leq 3000$  K.

En termes d'éblouissement, les aménagements intérieurs seront conçus pour limiter les occurrences d'inconfort des usagers ou des agents sur certains points sensibles. Les études de simulations et de lumière naturelle seront l'occasion de quantifier les occurrences d'ensoleillement direct et de contre-jour et de proposer des dispositions aménagements permettant de les réduire.

Concernant l'éclairage extérieur, **celui-ci ne devra pas être source de pollution lumineuse**. En dehors d'un éventuel éclairage d'ambiance ou de mise en valeur ciblé et très économe en énergie, l'éclairage assurant les niveaux d'éclairement nécessaires au sol sera à flux dirigé (**ULOR = 0%**).

#### 1.4.5 Confort olfactif

En zone aéroportuaire, de multiples activités sont susceptibles de dégrader la qualité de l'air extérieur et celle de l'air intérieur, avec en outre la survenue de fréquentes nuisances olfactives.

Parmi ces sources peuvent être citées :

- Le trafic aérien et notamment la combustion du kérosène dans les moteurs
- La logistique terrestre aéroportuaire
- Le trafic routier associé aux dessertes de l'aéroport
- Les points de restauration

Le confort olfactif dépend en grande partie de la localisation des sources d'odeurs vis-à-vis des vents dominants. L'implantation des locaux et des entrées d'air pour la ventilation naturelle devra permettre de limiter les nuisances liées aux odeurs.

o <b>Limiter les nuisances liées aux odeurs</b>
---

#### 1.4.6 Qualité de l'air intérieur

La proximité de sources de pollution extérieur est l'un des enjeux sanitaires de cette opération. L'équipe de maîtrise d'œuvre devra produire une note descriptive aux équipements de renouvellement d'air notamment ceux équipés d'une filtration de l'air apporté au bâtiment.

L'amélioration de la qualité de l'air intérieur ne se limite pas au traitement des polluants extérieurs. La réduction des sources de pollution internes au bâtiment est un enjeu essentiel dans les nouveaux bâtiments. Le choix des matériaux et l'évaluation de leurs émissions de composés organiques volatils doivent faire l'objet d'une attention particulière.

Pour valider les choix de produits et les équipements de renouvellement d'air, une étude modélisation de la qualité de l'air intérieur pourra être réalisée. Elle permettra d'évaluer l'influence des choix constructifs, des équipements, des produits de construction sur la qualité de l'air intérieur.

- **Garantir, à réception, une qualité de l'air du bâtiment conforme aux différents seuils sanitaires**

#### 1.4.7 Matériaux à faibles impacts sanitaires

Une notice descriptive sera rédigée par l'équipe de maîtrise d'œuvre pour présenter les différents matériaux proposés à faibles impacts sanitaires, y compris pour les produits biosourcés. Elle détaillera :

- L'émissivité de substances volatiles inférieure aux exigences les plus élevées de l'étiquetage obligatoire et des labels de qualité
- La résistance au développement fongique
- Les faibles émissions de fibres et de particules
- L'indice I de radioactivité pour les produits minéraux naturels ou intégrant des matières premières secondaires (MPS)

- **Proposer des produits de construction biocompatibles**



## 1.5 SYNTHESE

**Tableau de synthèse des principales prescriptions environnementales**

	Thématiques	Sous-thématiques	Prescriptions environnementales
MASTER PLAN	Echelle de la parcelle	Implantation des bâtiments et morphologie résultante	Implantation et Orientation
			Morphologie
			Ilôt de fraîcheur
		Volet paysager	Favoriser la biodiversité
			Végétalisation de la parcelle
			Favoriser l'ombrage et la végétalisation des abords de façades
			Placer des espèces endémiques
		Volet transport	Qualité de la mobilité douce
		Gestion de l'eau	Imperméabilisation de la parcelle
			Traitement paysager et aérien des eaux de pluie
			Economiser l'eau potable
		Confort d'usage	Concilier la performance environnementale à la qualité d'usage
	Echelle des bâtiments	Zonage thermique	Regroupement des locaux avec même fonctionnement thermique
		Zonage aéraulique	Assurer des taux de renouvellement adapté à chaque local
		Pénétration de la lumière naturelle	Apporter de la lumière naturelle dans le maximum de locaux
		Emplacement des zones techniques	Limiter longueurs de réseaux et les pertes de charge
ENVELOPPE	Optimisation protection solaire / lumière	Performance thermique des toitures et parois opaques	Limiter les apports thermiques par les toits et façades
		Performance des ouvertures	Limiter les apports thermiques par les baies
			Compromis lumière naturelle
	Perméabilité à l'air	Maîtrise de la perméabilité des zones climatisées	
EQUIPEMENTS	Eclairage artificiel	Efficacité des sources lumineuses	Limiter les consommations de ce poste
		Gestion et régulation	
	Equipement de ventilation	VMC	
		Brasseurs d'air	Assurer des vitesses d'air de 1 m/s sur les usagers
	Climatisation		Choix d'un système compatible avec un réseau de production centralisé

PERFORMANCE GLOBALE		Limiter l'usage de ce système de rafraîchissement	Optimisation énergétique / environnementale
			Gestion / Régulation sobriété
	Confort	Confort thermique	Assurer le confort thermique des usagers
		Confort visuel	Autonomie en éclairage naturel
			Traitement de l'éblouissement
		Confort acoustique	Isolement de façade en adéquation avec l'environnement sonore extérieur
			Isolements aux bruits de chocs et aérien
			Correction acoustique intérieure
			Niveau sonore des équipements
	Santé	Maîtrise des impacts sanitaires des matériaux, des sources de pollutions extérieures	
		Pollution lumineuse	Limiter la pollution lumineuse sur l'environnement
		Pollution électromagnétique	Analyser les équipements pouvant générer de la pollution électromagnétique
	Energie	Consommation énergétique	Réduire la consommation électrique
		Puissance appelée	Gestion de la puissance appelée
	Environnementale	Matériaux biosourcés	