

# VENTILATION NATURELLE SOUS LES TROPIQUES

Amphithéâtre du Moufia à Saint-Denis de La Réunion

Première mondiale en milieu tropical, l'amphithéâtre de l'université de La Réunion, localisé sur le campus du Moufia à Saint-Denis, fonctionne entièrement en ventilation naturelle, à l'image d'un théâtre en plein air. Conçu par l'architecte Olivier Brabant, il a fait l'objet d'un projet de recherche soutenu par l'ADEME.

☰ | *françois garde et maareva payet* ☺ | *hervé douris et jérôme balleydier*

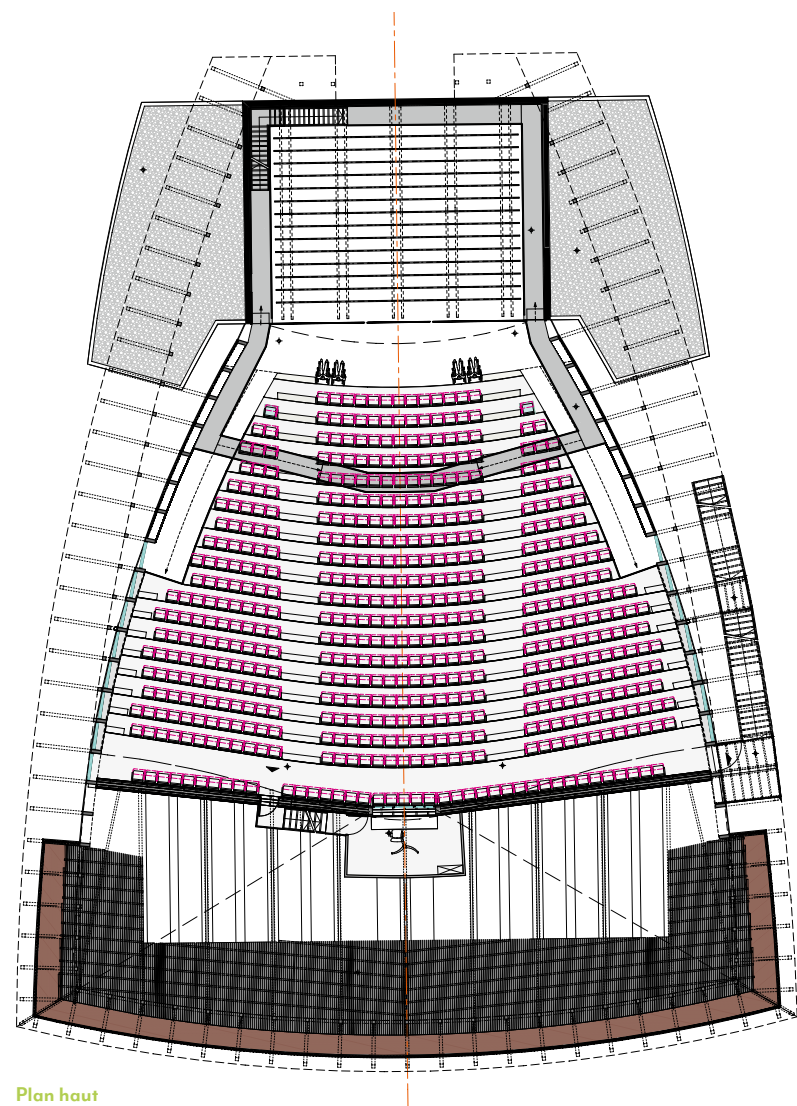
**M**oteur du développement durable sur l'île, l'université de La Réunion s'est engagée à réaliser des bâtiments innovants à faible impact environnemental. L'amphithéâtre implanté au cœur du campus du Moufia, à Saint-Denis, s'inscrit dans cette approche volontariste. Cet auditorium de 550 places, utilisé pour des cours, des conférences, des projections, des concerts et des représentations théâtrales, propose aux spectateurs une fraîcheur sans clim'. Mais comment ça marche ?

### L'air du temps, le temps de l'air

Selon Olivier Brabant, « l'architecture est avant tout un acte de résistance. Pour une société durable, c'est une formidable occasion de mettre en œuvre des techniques et des matériaux nouveaux ou oubliés, de s'inscrire dans des enjeux écologiques planétaires et d'explorer une esthétique inédite ». Le concepteur est attentif à tout ce qui constitue l'acte de construire : le terrain, l'environnement, le paysage, l'existant, le climat, les saisons. Sa patiente recherche est inspirée par le « on peut sculpter l'air » d'Henri Moore. Il travaille « non pas contre mais avec le climat, guidé par une philosophie, un challenge et une nécessité : pas de climatisation dans un équipement public en milieu tropical humide ». Dans ce contexte, atteindre le confort thermique revient à reproduire la sensation de bien-être ressentie à l'ombre d'un arbre. L'amphithéâtre a été conçu selon ce principe : se protéger du soleil tout en limitant les apports internes et en favorisant les mouvements d'air. « Pour le confort des occupants, précise Olivier Brabant, l'objectif est de développer autour d'eux, en toutes circonstances, des courants d'irrigation et de balayage tridimensionnels (axes vertical et horizontal plus brassage turbulent associé) avec une vitesse moyenne d'environ 1 mètre par seconde, afin d'obtenir une réduction de la température ressentie de 4 °C. »

### Panel de mesures bioclimatiques

Pour atteindre le confort thermique avec un minimum de technologie, les mesures commencent autour de l'édifice : une végétation périphérique crée un microclimat et rafraîchit l'air avant qu'il ne pénètre dans le bâtiment. Les espèces endémiques choisies revalorisent la flore locale. La toiture en zinc a de larges débords qui maintiennent à l'ombre baies et façades. Grâce à son isolation renforcée, seulement 2 % des apports solaires sont transmis à l'intérieur. Par ailleurs, des espaces de transition



Plan haut

thermique, comme le hall d'entrée, créent un volume tampon entre l'air extérieur chaud et l'intérieur. Les apports internes sont limités, grâce à une optimisation de la lumière naturelle, à des systèmes performants de haute efficacité, notamment pour l'éclairage artificiel, et à l'utilisation généralisée du bois, un matériau qui ne stocke pas la chaleur. Ossature, charpente et bardage représentent en effet 360 mètres cubes de résineux. Ce choix privilégie la filière sèche, avec des nuisances minimisées, un chantier rapide et un faible impact environnemental.

### Ventilation naturelle, mode d'emploi

Pour rafraîchir sans climatisation, le principe général est de capter intelligemment l'air extérieur de manière à ventiler précisément la place de chaque spectateur.

### À l'ombre

L'important débord de toiture protège efficacement la façade nord du bâtiment qui reste à l'ombre (nous sommes dans l'hémisphère Sud !).

### Tout bois

Le pignon est, côté parking, met en valeur le principal matériau utilisé pour la structure, le bardage et le parement intérieur : le bois.



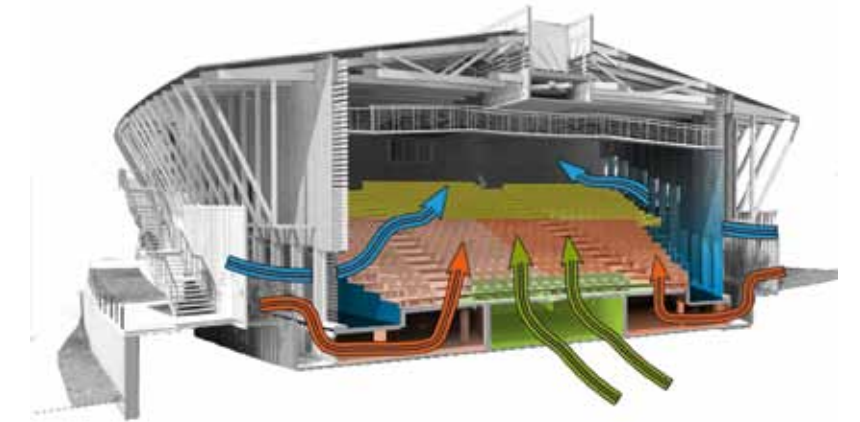


**Fraîcheur sans clim'**  
Le canyon dépressionnaire situé en partie centrale de la toiture de l'amphithéâtre aspire vers le haut l'air chaud, dont les flux sont régulés par des lames mobiles réglables. Le dossier des sièges est perforé pour améliorer la circulation de l'air.

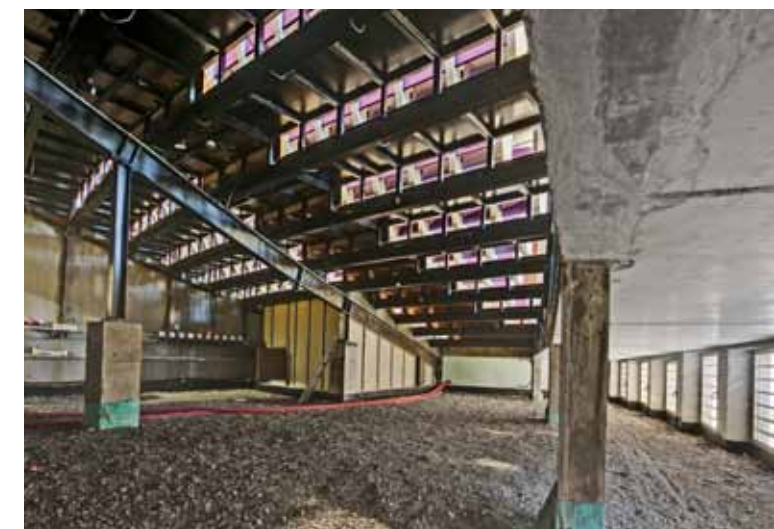
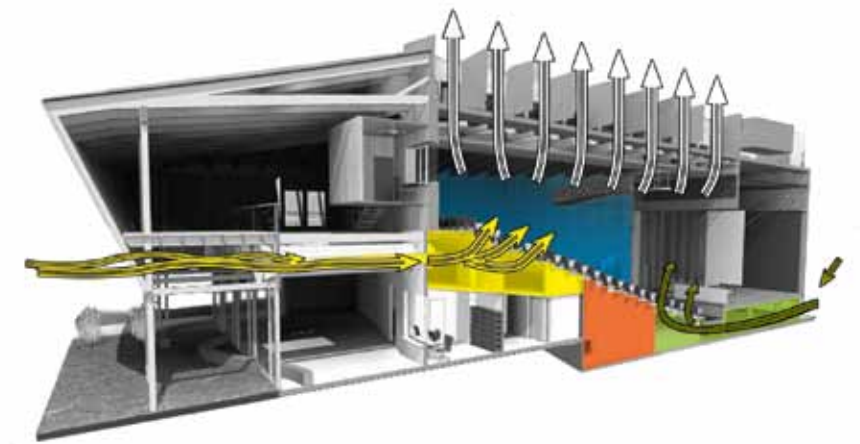
« Pour le confort des occupants, l'objectif est de développer autour d'eux, en toutes circonstances, des courants d'irrigation et de balayage tridimensionnels. »

Olivier Brabant

Le canyon dépressionnaire est le vrai poumon du bâtiment. Situé sous la couverture au centre de l'auditorium, ce puits de faîtage agit comme une véritable pompe d'extraction naturelle. Canaliser le vent en partie haute crée en toiture une dépression, qui aspire l'air provenant des bouches périphériques. Le balayage a été optimisé par un concept innovant basé sur quatre entrées d'air différenciées. L'espace sous les gradins est vide et les contremarches sont ouvertes. L'irrigation des rangs supérieurs passe depuis le pignon est dans d'importants tuyaux en acier inoxydable, qui traversent le hall d'accueil. Celle des rangées inférieures est assurée : sur les côtés, par des cours anglaises situées en façade nord et sud ; au centre, par des prises d'air localisées en partie ouest. L'air est alors rafraîchi en passant sous la scène et sort par les contremarches. Enfin, de grandes jalousies vitrées, disposées au nord et au sud, assurent à la fois une ventilation traversante efficace et un éclairage naturel.



**Ventilation en quatre mouvements** L'air provenant des cours anglaises latérales et des prises en façade ouest ressort par les contremarches (flèches orange et vertes). Les grandes jalousies latérales assurent la ventilation traversante (flèches bleues). L'air provenant des bouches en pignon est passé dans les gros tubes en acier inoxydable du hall d'entrée puis ressort par les contremarches des rangs supérieurs (flèches jaunes).



**Balayage** Le jeu de cloisonnements, tunnels et caissons qui occupe la zone basse est alimenté par des entrées spécifiques. L'air qui passe par les cours anglaises latérales, via les lames mobiles, est rafraîchi dans le vide sous les gradins avant de ressortir par les contremarches.



**Air et lumière** Grâce à leurs lames en verre mobiles, les grandes jalousies latérales permettent de réguler et d'optimiser la ventilation naturelle traversante dans l'amphithéâtre tout en apportant de la lumière naturelle.



**Très en vue** Une partie de l'air est capté par des bouches localisées en pignon est.

### Récompense méritée

L'amphithéâtre du Moufia est le premier édifice de l'île à avoir été testé en soufflerie au laboratoire Eiffel à Paris, afin de vérifier son bon fonctionnement aéraulique. Un an de service a prouvé qu'il est vraiment confortable sans climatisation, malgré l'environnement sonore, les obstacles à la ventilation naturelle et l'échauffement de l'air lié à la forte densité urbaine et aux surfaces minérales ! Il consomme 28 kWh/m<sup>2</sup>.an d'électricité, soit cinq fois moins d'énergie qu'un auditorium classique, ce qui permet d'éviter l'émission de 137 tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Exemple sur bien des points, cet équipement a été lauréat de l'appel à projets PREBAT Réunion 2011, premier programme de recherche DOM-TOM lancé par l'ademe Réunion, qui vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur du bâtiment. Une récompense qui valorise les efforts de tous les acteurs de ce bâtiment confortable, en toute sobriété. ♦



**Bien frais** Les gros tubes en acier inoxydable qui traversent le hall d'entrée, côté est, irriguent la partie supérieure des gradins.

## FICHE TECHNIQUE

**LIEU :** Saint-Denis de La Réunion.

**PROGRAMME :** auditorium/salle de spectacle de 550 places.

**MAÎTRISE D'OUVRAGE :** université de La Réunion ; SODIAC, conducteur d'opération.

**MAÎTRISE D'ŒUVRE :** Olivier Brabant, architecte mandataire (OBA) ; Laure Ponsart, architecte études et chantier (OBA).

**BUREAUX D'ÉTUDES :** Intégrale Ingénierie (tous corps d'état), Bois de Bout (structure bois), Imageen (QE), AIEE (acoustique), Laroche-Joubert (économiste), Roland Roussel (scénographie), Jacques Gandemer Conseil (expertise aérodynamique), laboratoire Eiffel (maquette en soufflerie).

**ENTREPRISES :** Austral TP (VRD), DLC (gros œuvre), Fargeot/Arbonis (charpente bois), STE (électricité), Bourbon Froid (traitement d'air), PPR (cloisons, peinture), BAMB (menuiseries bois), SIM (menuiseries aluminium), SOUDEM (aménagement scéniques), ABCD (mobiliers).

**CALENDRIER :** mise en service octobre 2014.

**SURFACE :** 1 500 m<sup>2</sup> SU.

**COÛT DE CONSTRUCTION :** 9 463 721 euros HT, y compris parking de 420 places sur 3 niveaux.

**SYSTÈME CONSTRUCTIF ET MATÉRIAUX :** murs de soutènement en pierre volcanique locale maçonnée ou en gabions, socle en béton, structure des murs et charpente en pin lamellé-collé, gradins en métal, parement intérieur et bardage en mélèze.

**MESURES ENVIRONNEMENTALES :** application conséquente des principes bioclimatiques en milieu tropical (protection solaire de la toiture, des baies et des façades, réduction des apports internes, ventilation naturelle traversante), stratégies de conception du confort (thermique, visuel, acoustique) avec un minimum de technique, emploi de bois et de pierre volcanique locale.

**INSTALLATIONS TECHNIQUES :** ni chauffage, ni climatisation, ni VMC.

