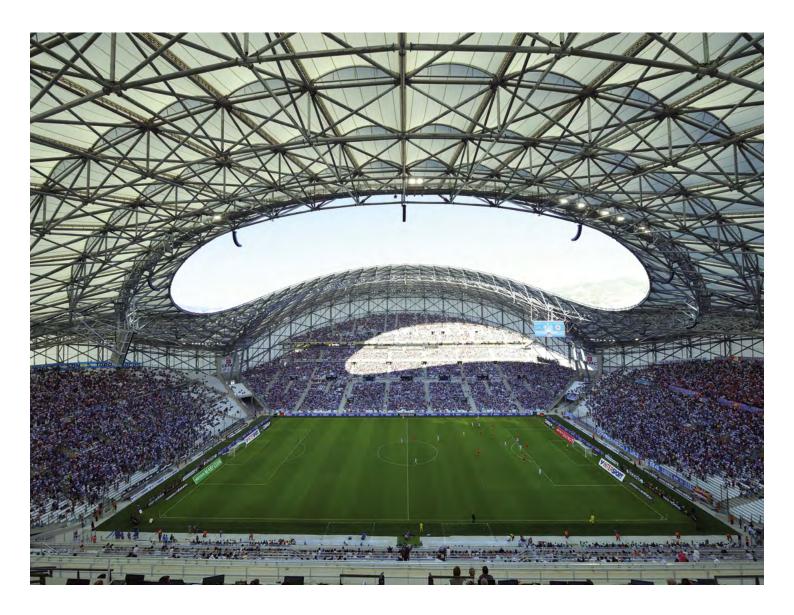
> GRANDS OUVRAGES

Stades Appui à la conception et à la rénovation

Une offre de services pluridisciplinaire. Des approches expérimentales et numériques. Des plateformes d'essais de pointe. www.cstb.fr







SÉCURITÉ, DIMENSIONNEMENT AU VENT, IMPACT ENVIRONNEMENTAL, CONFORT...

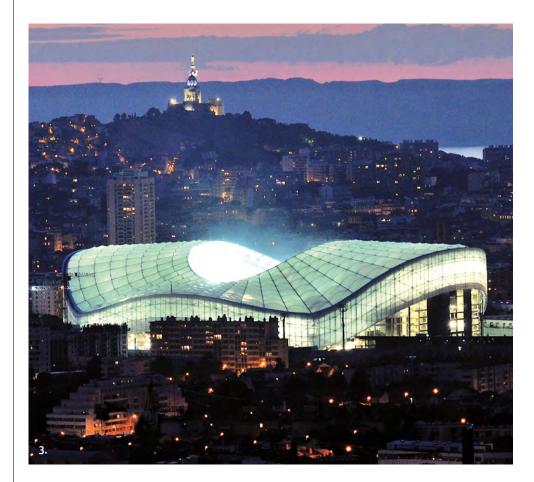
ODIMENSIONNEMENT AU VENT

La particularité d'un stade est d'avoir une couverture de grande dimension où naît de fortes charges aérodynamiques de soulèvement induites par les vents forts. Le caractère horizontal de la toiture produit des sollicitations très fluctuantes, agissant sur la couverture de manière aléatoire.

ÉVALUER LES CHARGES AÉRODYNAMIQUES

Le CSTB a développé une technologie de mesures de pressions synchrones sur maquette, en soufflerie, pour "capter" les charges aérodynamiques à la fois fluctuantes dans le temps et dans l'espace. Des centaines de prises de pression reliées à autant de capteurs permettent d'enregistrer le suivi temporel du champ de pression agissant sur l'ensemble de la couverture à très haute fréquence.

Ces mesures physiques sont complétées par les données vibratoires de la couverture (données fournies par le bureau d'études). Sont ainsi déduites toutes les sollicitations quasi-statiques et dynamiques nécessaires au dimensionnement au vent, à la fois locales (pour des éléments de couverture, au mètre carré près) et globales (pour la charpente et les fondations, pour de grandes surfaces).



1. Stade Allianz Riviera, Nice Le nouveau stade de Nice a été dimensionné au vent en soufflerie atmosphérique au CSTB Nantes.

2. Stade Pierre Mauroy, Lille La couverture du Stade Pierre Mauroy de Lille avec sa toiture mobile et ses tubes translucides en polycarbonate en double-peau a été testée dans les souffleries atmosphérique et climatique

Jules Verne du CSTB Nantes.





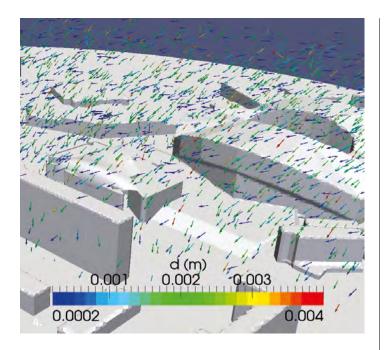
66

Une relation de confiance s'est installée avec l'équipe du CSTB. Si demain, j'ai un nouvel objet compliqué à étudier, la question sera vite tranchée, je sais avec qui j'aurai envie de travailler.

Romain Vondière, directeur technique chez GFC Construction (Bouygues) Stade Vélodrome. Marseille

3. Stade Vélodrome, Marseille

Le CSTB a mené des études de dimensionnement au vent pour toutes les phases de chantier (15 configurations) et des essais sur les grues.



AMBIANCES CLIMATIQUES

Selon son emplacement et sa forme architecturale, le stade est soumis à diverses sollicitations climatiques (vent, température, rayonnement solaire, humidité...). L'anticipation et la maîtrise de ses facteurs sont déterminantes pour garantir le confort au sein de ces enceintes sportives et culturelles.

ÉVALUER LES FACTEURS DE CONFORT

Les outils développés au CSTB sont complémentaires. Ils permettent d'exprimer le confort dans le stade et à ses abords, sous forme d'un critère de gêne intégrant les statistiques météorologiques locales.

Essais en soufflerie

Caractérisation des champs de vent et de turbulence à l'échelle du spectateur.

Simulations numériques

Caractérisation du rôle du vent, de la température, du rayonnement solaire et de la pluie.

Les résultats obtenus ouvrent le dialogue avec les équipes de conception pour optimiser ainsi les zones jugées inconfortables.

4. Stade Vélodrome, Marseille

Modélisation numérique de la pluie battante sous l'action du vent dans le stade pour définir les zones exposées.

5. Stade de Lyon

Différentes versions du nouveau stade de Lyon ont été testées en soufflerie. Des simulations numériques ont permis de caractériser l'acoustique dans le stade et à proximité.

6. Stade de Lyon

Logiciel de propagation acoustique ICARE, basé sur la méthode de tir de faisceaux acoustiques.

7. Stade de Lyon

Carte d'émergence sonore en dB(A) : différences de niveaux sonores entre l'état initial et la configuration "match".

AMBIANCES ACOUSTIQUES ET LUMINEUSES

Optimiser le confort des spectateurs tout en limitant les impacts dans l'environnement garantit aux concepteurs et gestionnaires de stades leur attractivité auprès du public ainsi qu'une meilleure acceptabilité au sein de la communauté urbaine.

OPTIMISER LE CONFORT DES SPECTATEURS

- Contrôler le niveau sonore ambiant lors des événements (rencontre sportive, spectacle...).
- Assurer l'intelligibilité des messages diffusés.
- Permettre une bonne visibilité des terrains pour tous les spectateurs.
- Évaluer le risque d'éblouissement par les projecteurs.

ÉVALUER ET LIMITER LES IMPACTS

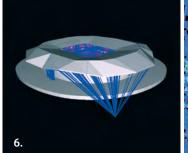
- Prévoir le bruit autour du stade pendant les événements.
- Proposer et évaluer des solutions architecturales pour limiter les nuisances sonores.
- Prévoir l'impact du stade sur l'ensoleillement alentour (effet d'ombre).

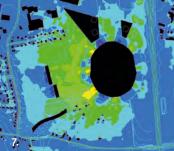
Simulations numériques avec les outils du CSTB

- PHANIE: module d'ensoleillement
- ICARE: propagation acoustique en milieu complexe
- MithraSIG: cartographie acoustique
- MICADO: effet de réduction acoustique de dispositifs antibruit

Découvrez nos logiciels disponibles à la vente sur : **logiciels.cstb.fr**











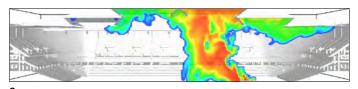
SÉCURITÉ INCENDIE ET DÉSENFUMAGE

La mise en sécurité des personnes est l'objectif principal des codes et règlements de sécurité contre l'incendie. L'évaluation de l'efficacité des moyens destinés à protéger les personnes, envisagés dans un projet ou déjà mis en place dans un ouvrage, constitue une étape nécessaire dans une étude d'ingénierie complète.

ÉVALUER LA PROTECTION DES PERSONNES

Les études d'ingénierie du désenfumage au CSTB consistent à dimensionner un système de désenfumage tenant compte des caractéristiques architecturales de l'ouvrage et des activités accueillies au sein de l'établissement. Le CSTB peut également suggérer des recommandations sur des mesures d'exploitation spécifiques à mettre en œuvre le cas échéant.

Le CSTB mobilise ses ressources dans le domaine de la simulation numérique, du contrôle de l'enfumage et de l'évacuation. Pour tester l'efficacité d'un dispositif de désenfumage, le CSTB conçoit et met en œuvre des essais innovants *in situ* (fumée "chaude" et "propre") permettant de rendre compte des phénomènes physiques dominants.



9.

8. Stade de Bordeaux

Le nouveau stade de Bordeaux a été étudié pour son dimensionnement au vent, pour les problèmes liées à la pluie mais également en ingénierie du feu et désenfumage.

9. Simulation Stade de Lille

Modélisation numérique d'un feu de scène dans le nouveau stade de Lille.

© CARACTÉRISATION DE L'ENVELOPPE

La réalisation de couvertures et de façades de grande dimension fait appel à des procédés innovants tels que les procédés de toiles synthétiques (hors règles professionnelles), les procédés photovoltaïques, les bardages double-peau spécifiques, les procédés en bardage translucide...

Dans le cadre de l'évaluation de ces nouveaux procédés d'enveloppe, différents points sont à vérifier :

- caractérisation des toiles synthétiques par des essais sur de petits échantillons: valeur de contraintes admissibles par les matériaux, résistance au vieillissement et aux agressions environnementales;
- résistance vis-à-vis des efforts extérieurs ou intérieurs, vérifiée soit par essai (essai au vent en vraie grandeur), soit par calcul;
- faisabilité de la mise en œuvre vérifiée soit par la réalisation d'un prototype, soit par l'étude des plans de montage;
- sécurité des utilisateurs et des intervenants, validée soit par des essais de choc spécifiques dans le cadre des façades, ou par dimensionnement et essais de choc pour les couvertures.

Mesures physiques couplées au calcul

- Le CSTB propose une expertise en amont de l'évaluation pour définir les justifications techniques à apporter : essais de caractérisation des matériaux, justifications expérimentales en vraie grandeur, hypothèses de chargement, note de calcul, etc.
- Le CSTB propose une évaluation du procédé innovant par le biais de la procédure d'Appréciation Technique Expérimentale (ATEx) pour le chantier considéré.

10. Stade Vélodrome, Marseille

Dans le cadre de deux ATEx, le CSTB a validé, grâce à un prototype sur chantier, la mise en œuvre et la faisabilité du procédé de couverture et façade en toile textile.

NOS PLATEFORMES D'ESSAIS

SOUFFLERIE CLIMATIQUE JULES VERNE

La soufflerie climatique Jules Verne étudie en vraie grandeur le comportement des structures et des éléments de construction. Neige, pluie, verglas, brouillard, vent de sable, cyclone ou canicule d'une extrême sécheresse : toutes les conditions climatiques peuvent y être reproduites.

SOUFFLERIES ATMOSPHÉRIQUES

Deux souffleries à couche limite atmosphérique étudient à échelle réduite les comportements des éléments de construction et bâtiment en reproduisant les caractéristiques statiques (gradient de vitesse) et dynamiques (turbulence) du vent établi sur le site et de l'environnement proche de la structure à tester. Des études de stabilité des grues à tour peuvent être menées.

LABORATOIRE EUROPÉEN D'ACOUSTIQUE - LABE

Confort sonore, performance acoustique, respect de la réglementation des matériaux et composants d'un ouvrage, le CSTB réalise les mesures adaptées au sein de son laboratoire européen d'acoustique, au travers de prestations accréditées Cofrac n°1-0305 grâce à ces neuf postes d'essais répartis sur 2000 m².

NOS RÉALISATIONS

Le CSTB a accompagné les professionnels investis dans la construction et rénovation des stades de l'EURO 2016 : Stade de France, Paris Saint-Denis / Allianz Riviera, Nice / Grand Stade de Bordeaux (MATMUT) / Stade Vélodrome, Marseille / Stade Pierre Mauroy, Lille / Stade des Lumières, Lyon.

EN FRANCE ET À L'INTERNATIONAL

Stade Jean Bouin, Paris / Arena 92, Nanterre / Stade de la Beaujoire, Nantes / Stade Léo Lagrange, Toulon / Stade la Mosson, Montpellier / MMA, Le Mans / Roland Garros, Paris / Stade olympique d'Istanbul, Turquie / Stade d'Alexandrie, Égypte / Stade Baraki, Alger...

Soufflerie climatique Jules Verne Souffleries atmosphériques Laboratoires européen d'acoustique - LABE



CONTACT

Jérôme Vinet

Ingénieur et Business Developer Grands Ouvrages Tél. : 02 40 37 20 17 – Port. : 07 62 01 70 94 / jerome.vinet@cstb.fr

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

11, rue Henri Picherit – 44323 Nantes Cedex 3 – France Tél.: +33 02 40 37 20 00 – Fax: +33 02 40 37 20 60 – www.cstb.fr Siège social > 84, avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2 MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

