

# GRAND STADE DE LILLE MÉTROPOLE – UNE COLLABORATION INNOVANTE ENTRE BÉTON ET MÉTAL

---

**Stéphane DANDOY\***, **Valérie BONIFACE\*\***, **Evelyne OSMANI\*\*\***

\* Eiffage TP Directeur Technique du Groupement concepteur Constructeur  
(ensemble projet et plateau mobile) – [stephane.dandoy@eiffage.com](mailto:stephane.dandoy@eiffage.com)

\*\* Eiffage construction métallique – Eiffage Métal Directeur Ouvrages spéciaux (structures de charpente métallique)  
[valerie.boniface@eiffage.com](mailto:valerie.boniface@eiffage.com)

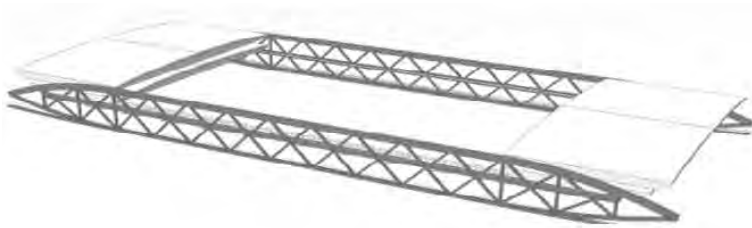
\*\*\* Eiffage Construction Directeur Etudes et Structures (structures béton armé) – [evelyne.osmani@eiffage.com](mailto:evelyne.osmani@eiffage.com)

---

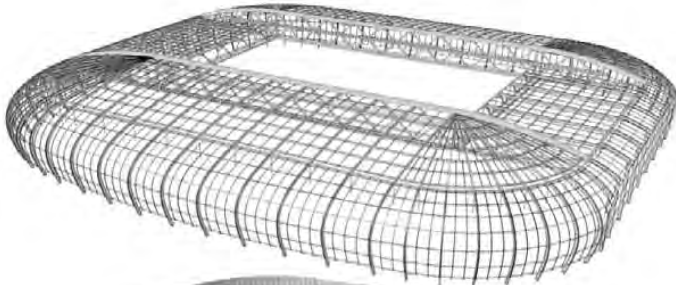
## 1. LE PROJET



*Architectes : Valode & Pistre Architectes / Atelier Ferret Architectures*



**La toiture mobile en charpente métallique**



**Les fléaux métalliques et les 2 mégapoutres**



**La structure béton, les 4 mégapoteaux et les fondations.**

## 2. LES ESPACES UTILISÉS

Les espaces utilisés du GSLM comprennent les zones de gradins et de loges, les parties communes et les zones d'accès.

Cette partie du stade a été exécutée en utilisant la préfabrication pour les éléments « horizontaux » (poutres, planchers, gradins, crémaillères) et pour une partie des éléments

verticaux (voiles, noyaux) en raison des contraintes de planning (GO 18 mois / TCE 30 mois).

Les poteaux ont été coulés en place à l'aide d'outils recevant les poutres et crémaillères préfabriquées.

Les voiles de la partie basse ont été coulés en place.

## 3. LES GRADINS



*Les éléments de gradins préfabriqués sont solidarisés mécaniquement entre eux et aux crémaillères pour former diaphragme.*



## 4. LES PORTIQUES



*Des crémaillères préfabriquées totalement, partiellement ou coulées en place sont mises en œuvre sur des poteaux coulés en place pour assurer un encastrement soigné aux nœuds.*

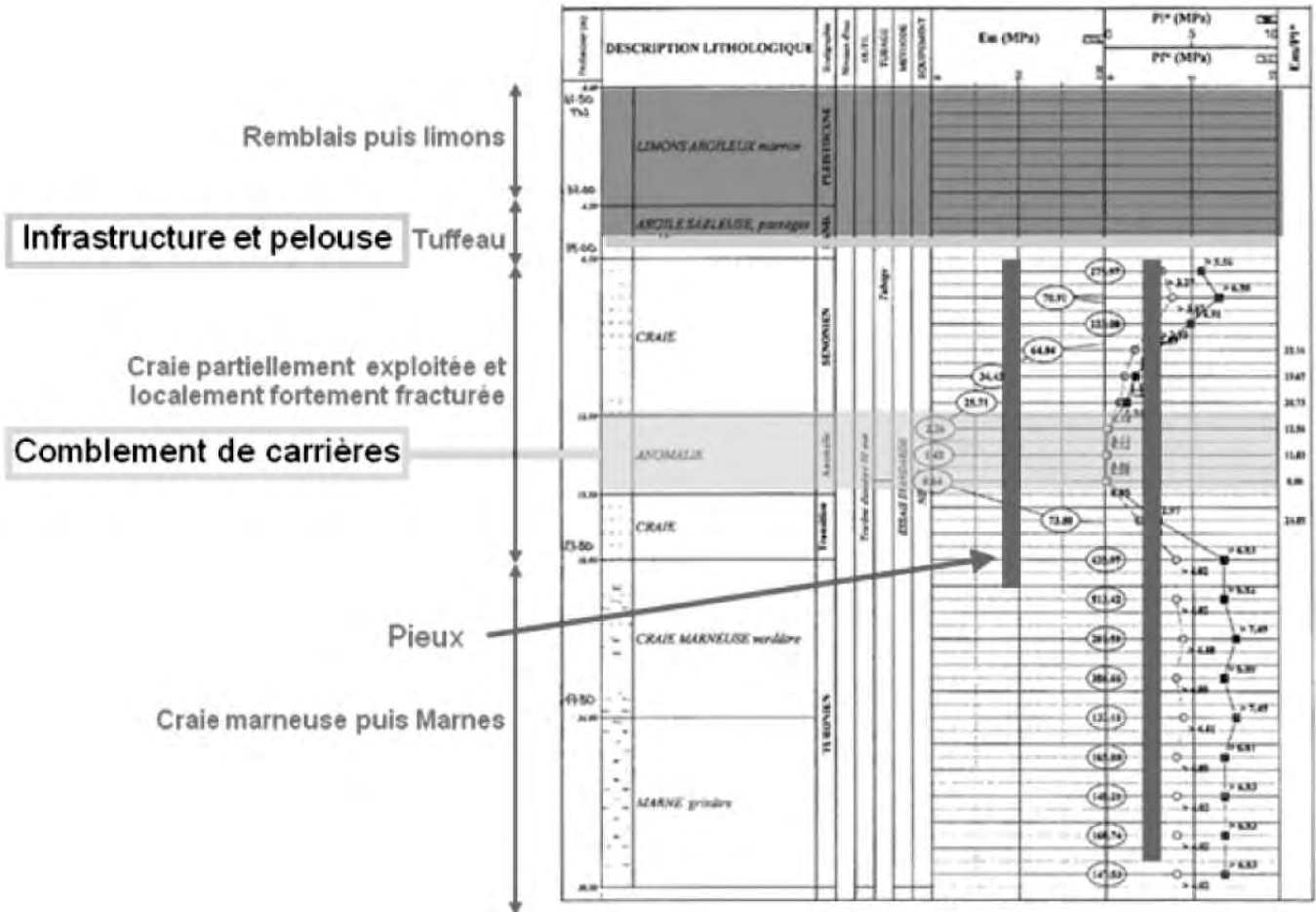


## 5. LE SOL – LES FONDATIONS

Le terrain est constitué essentiellement de remblais, évacués et réutilisés sous formes de remblais paysagés, assis sur de la craie présentant des zones d'exploitations

de carrières et des zones de catiches exploitées sauvagement.

Les carrières et catiches ont été comblées gravitairement. Les fondations sont des pieux type STARSOL fichés dans la craie marneuse ou dans les marnes.



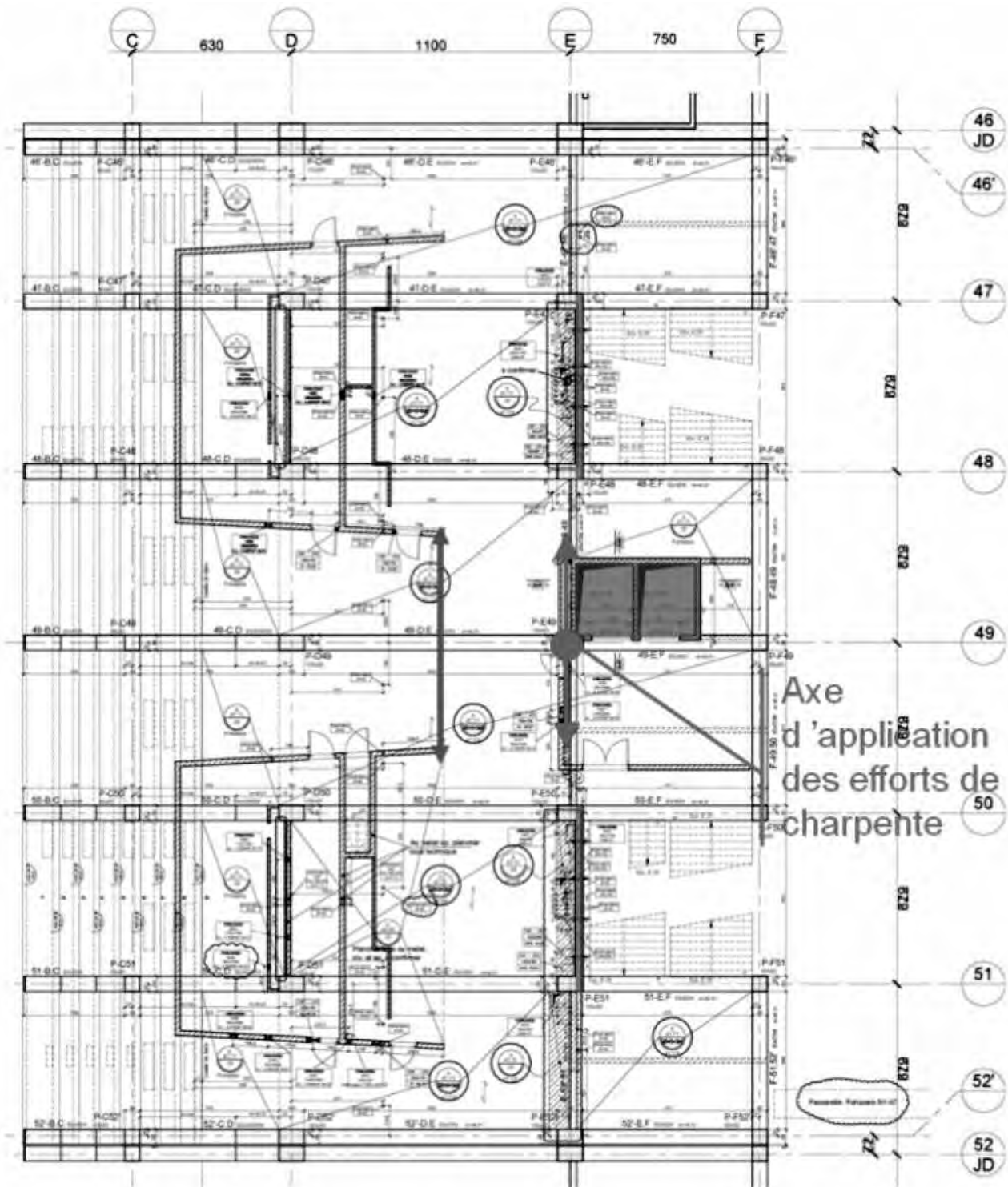
## 6. STABILITÉ GÉNÉRALE

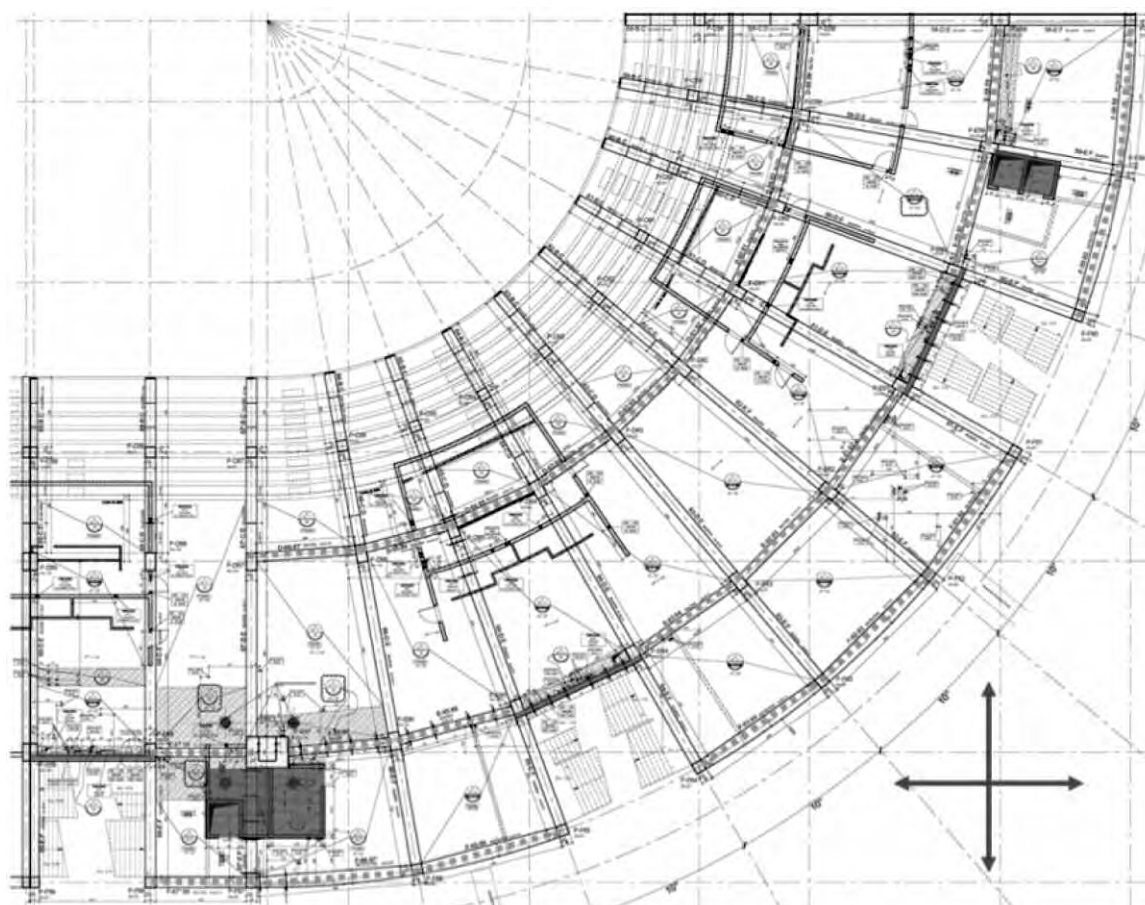
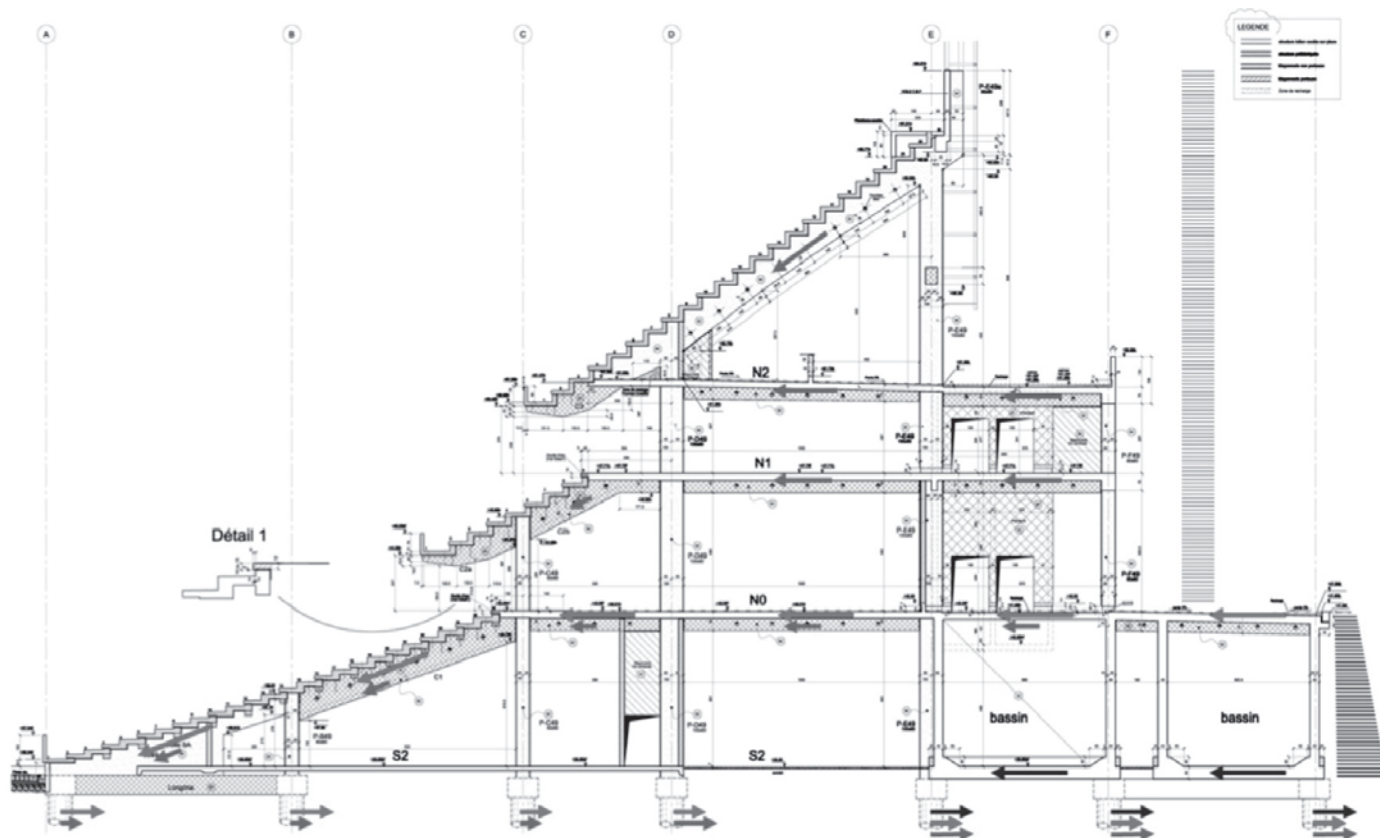
La construction béton comprend 12 blocs indépendants dont 8 sont contreventés :

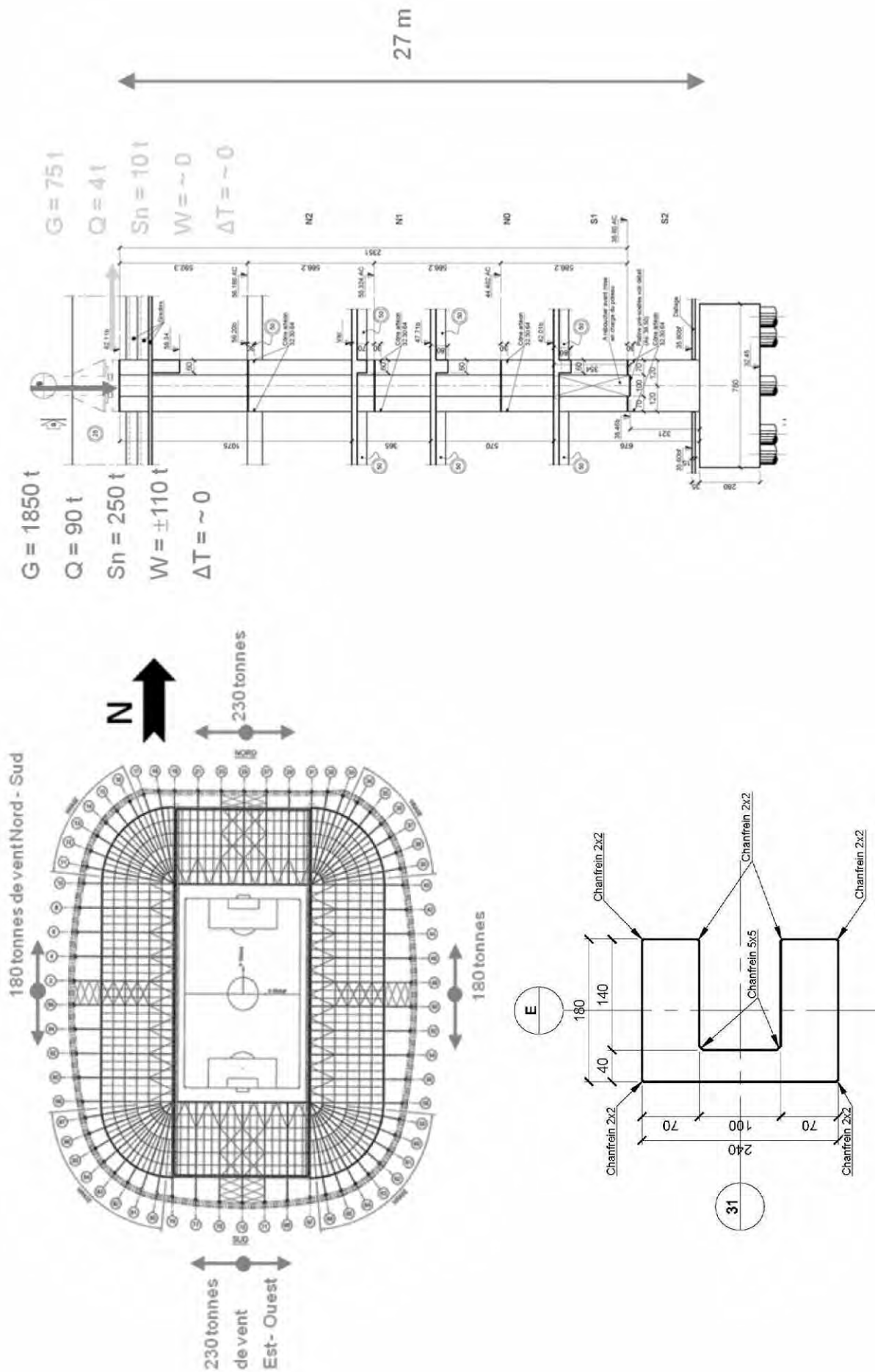
- longitudinalement par des murs et des noyaux,
  - transversalement par 48 portiques dont 8 doubles sur JD.
- Les 4 blocs d'angle sont contreventés par des portiques dans les deux directions, des voiles et des noyaux.

Les efforts de vent appliqués à la charpente et à la toiture sont redistribués entre les structures des blocs.

Les variations dimensionnelles de la toiture sont gérées à partir d'un point fixe situé au centre de chaque côté et d'appuis libres à chaque extrémité des méga-poutres, grâce à l'utilisation d'appareils d'appuis conçus pour ne pas transférer d'efforts horizontaux aux mégapoteaux.

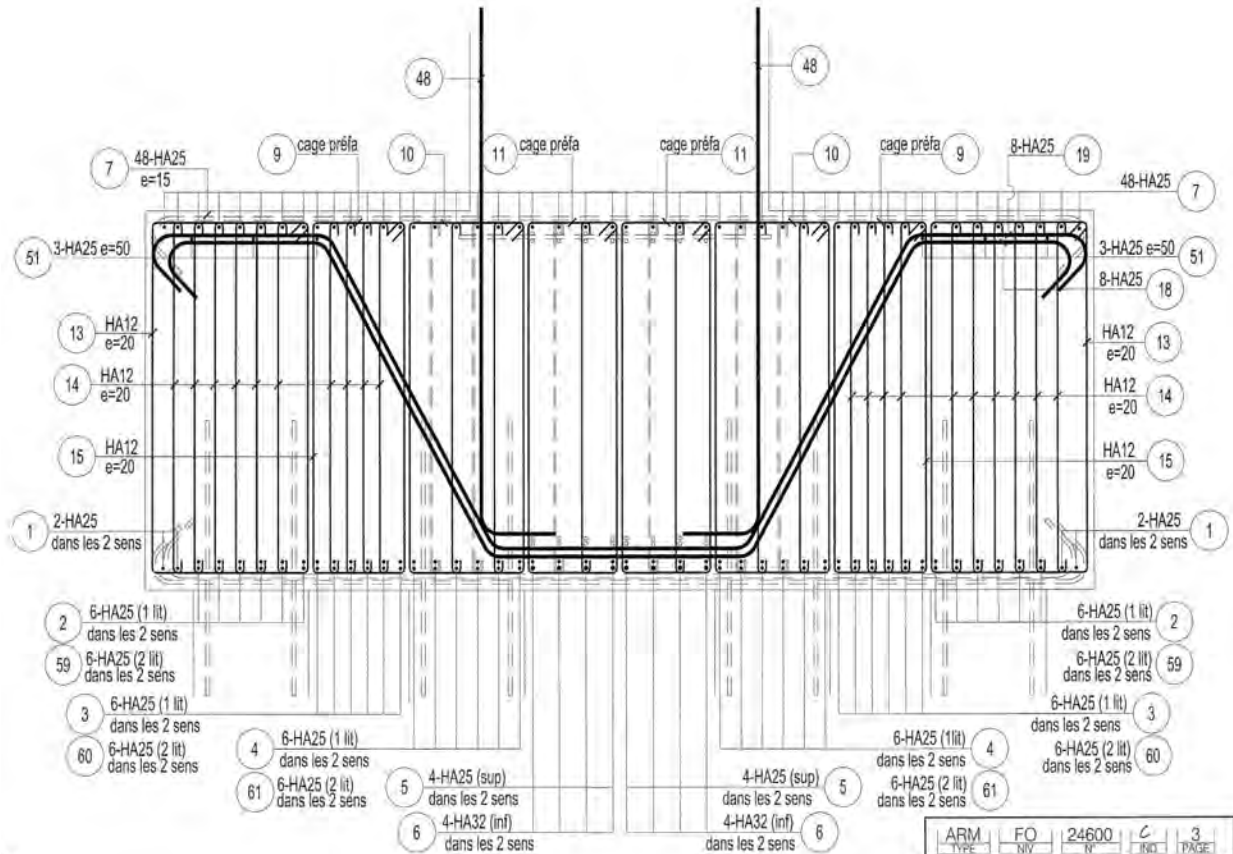






# 7. LES MÉGAPOUTRES, LES MÉGAPOTEAUX ET LEURS FONDATIONS

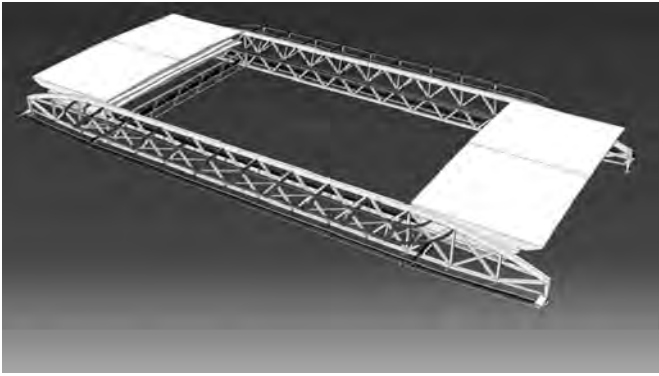
Par massif : 8 Ø92 longueur 23 m armés jusqu'à la base des carrières.  
 Massifs 7m60×7m60×2m80 ht.







Les 2 mégapoutres principales sont des poutres treillis de 205 m de long par 16,35 m de haut et pesant 1800 tonnes.



Les éléments de treillis sont assemblés par brochage afin de contrôler la géométrie au maximum lors de la préfabrication et de simplifier les assemblages sur site.



La précontrainte introduite par les câbles dans leur membrure basse permet d'en augmenter la rigidité en vu d'en minimiser la hauteur et ainsi dégager la vue des spectateurs de tribune à tribune sans poteaux intermédiaires.

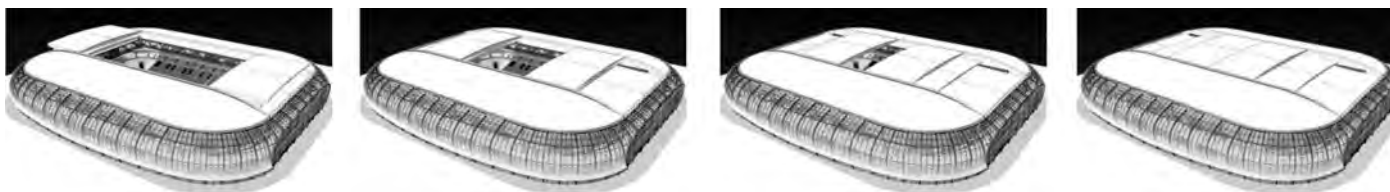
Les 2 mégapoutres sont reliées entre elles par des poutres treillis transversales de 80 m de portée et 8 m de hauteur structurelle. L'ensemble porte les toitures mobiles.

Les éléments de mégapoutres sont préfabriqués en atelier et transportés par via fluviale puis transport exceptionnel routier jusqu'à site.



## 8. LES TOITURES MOBILES

Les toitures mobiles sont formées de 4 panneaux en structure treillis de 80 m x 35 m (500 tonnes chacun) permettant d'occulter l'espace central, situé au dessus de l'aire de jeu, par leur translation sur les voies de roulement connectées aux mégapoutres.



Plusieurs positions sont envisageables en fonction de l'exploitation du stade. En position d'ouverture, les panneaux se superposent en gigogne.

Les panneaux sont préfabriqués par éléments en usine, puis assemblés sur site.



Le système mécanique permet de passer de la position complètement ouverte à complètement fermée en moins de 30 minutes.

## 9. LE RELEVAGE ET LA PRÉPARATION AU HISSAGE

Les mégapoutres ont été assemblées au sol, en position horizontale, pour des raisons de sécurité, simplification du montage et d'optimisation du planning d'exécution.

Puis elles ont été relevées à l'aide de 4 grues (3 grues de 600 tonnes et 1 grue de 400 tonnes), petit à petit jusqu'à un angle de 75° par rapport à l'horizontal – le point de basculement. Au delà, l'opération s'est transformée en freinage assisté à l'aide de câbles de traction et de rétention jusqu'au mondent où les appuis temporaires se sont doucement posés sur les cales : la poutre a alors pivotée de 90°.





Les poutres transversales ont ensuite été connectées aux mégapoutres pour créer un cadre.

Les panneaux des toitures mobiles ont été introduits depuis leur zone d'assemblage via un chemin de roulement provisoire aligné avec le chemin de roulement des mégapoutres.



Les tours d'étaie ont été positionnées autour des mégapoteaux pour supporter le système de vérins avaleurs de câbles prévus pour le hissage.



## 10. LE HISSAGE

Le hissage, préparé pendant des mois, s'est déroulé en 8 heures : les 12 vérins avaleurs de câbles synchronisés ont permis de hisser le colis de 7200 tonnes à une hauteur de 30 m. Les abouts des mégapoutres ont « coulissés » à l'intérieur des U formant les mégapoteaux, servant de guide.



La toiture est restée suspendue le temps de finaliser les appuis définitifs en tête des mégapoteaux, sur lesquels la toiture a ensuite été posée.



Des stabilités provisoires ont été mises en œuvre afin de stabiliser la toiture dans l'attente de la mise en place des éléments de toiture fixe incluant les stabilités globales.



## 11. LA TOITURE FIXE

Les fléaux ainsi que les éléments de pannes et de stabilités de la toiture ont été ensuite mis en œuvre. La couverture ainsi que la façade translucide ont pu être posés.



## 12. LE PLATEAU MOBILE

### 12.1. La géométrie d'ensemble de la charpente

Le plateau mobile a une surface de 75 m \* 55 m et une hauteur de 3.60m. Il est composée de 2 poutres de rive PRS, de 12 poutres treillis principales et d'un platelage en dalle

*orthotrope. Cette dalle est étanchée par une feuille préfabriquée antiracines, et comporte toutes les réservations nécessaires à ancrer les poteaux de football et de rugby et à installer l'arrosage de l'aire de grand jeu.*

*La charpente métallique représente environ 2 000 tonnes de matière. Comme la mégastructure, elle a été fabriquée à Lauterbourg et transportée par barges jusqu'à Lille. En revanche, elle a été entièrement soudée sur site.*



**Traitement par grenaillage et feuille préfabriquée de l'étanchéité du plateau**



**Vue en sous-face du plateau mobile : poutre treillis, dalle orthotrope, appareil d'appui en fond de fosse.**

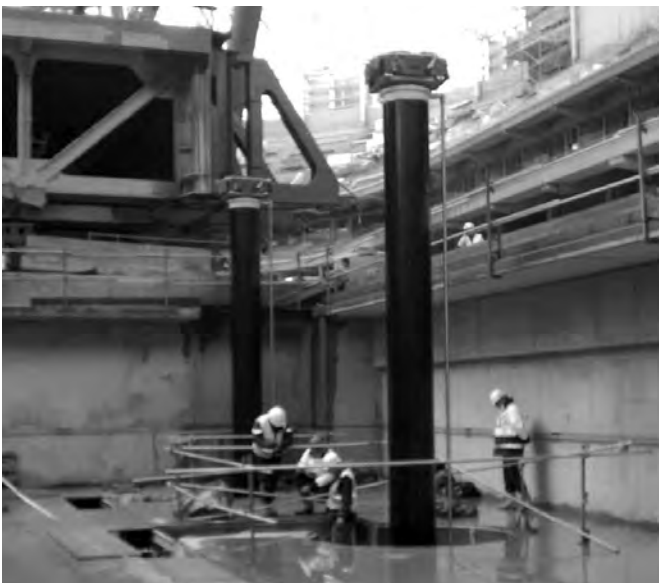
## 12.2. Les mécanismes de levage

Le plateau recouvert de sa pelouse pèse lors des manœuvres de l'ordre de 4 200 tonnes. Il est soulevé par 2 ensembles de 6 vérins simple tige double effet, de 1 050 tonnes de puissance unitaire. La répartition des vérins sous la poutre de rive a été étudiée pour permettre la défaillance complète d'un vérin en cours de manœuvre : celle-ci peut donc se poursuivre avec uniquement 5 vérins par côté.

Cette exigence est satisfaite par l'association à chaque vérin de sa pompe haute pression dédiée, et par la mise en place d'un automate de régulation et de capteurs de position.

Les têtes de vérins sont pourvues d'appuis sphériques Maurer, qui permettent de compenser la rotation des poutres de rive lors des transferts de charges.

La durée de levage proprement dit (hors travaux préparatoires) est de 80 minutes.



**Installation des vérins équipés des appuis Maurer et des capteurs de position**

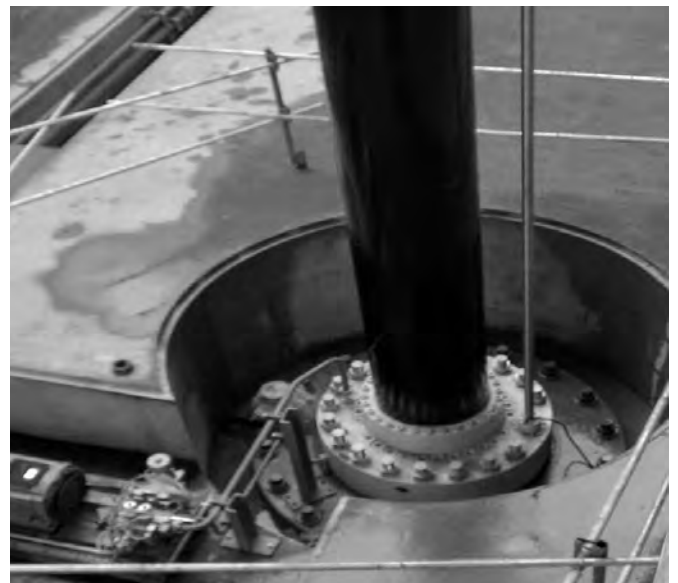
## 12.3. Les bras de transfert de charge

Une fois le plateau tenu en position haute, les charges sont transférées vers les systèmes de translation décrits ci-dessous. La portée des poutres est donc augmentée de 72.31m à 78.70m, au moyen de bras pivotants. Ceux-ci sont fixés dans la prolongation des poutres treillis, les bras en position ouverte sont dans le plan de celles-ci.

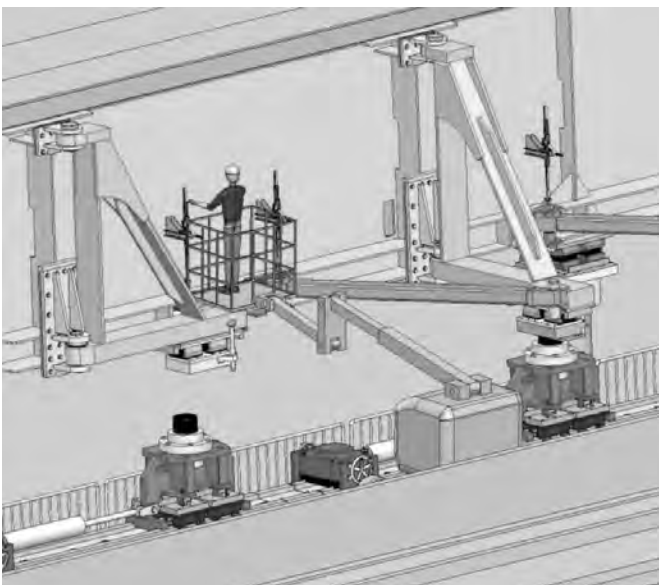
Ces bras, pesant chacun 12 tonnes, sont déplacés par l'intermédiaire d'un bracon pourvu d'une crémaillère. Comme ces bracons assurent le transfert de l'effort moteur de translation, ils sont verrouillés dans la membrure basse de la poutre de rive ; la broche est déplacée par un vérin électrique.

A la fin de l'assemblage de chaque bras, celui-ci a été éprouvé à la charge maximale admissible du vérin de compensation soit 300 tonnes.

Les bras sont commandés par groupes de 6 ; chacun des 4 groupes s'ouvre en moins de 5 minutes.



**Groupe haute pression associé au vérin.**



**Principe de verrouillage des bras**



**Bras en cours de montage.**

## 12.4. Les chariots de translation

Dès que les bras sont dépliés et verrouillés, le plateau est descendu sur des chariots de translation. A chaque bras a été appairé un chariot. Celui-ci est constitué d'une charpente mécanosoudée, qui repose par 4 rouleurs SED Vv-AsH (150 t unitaire) sur un caisson mécanosoudé, lui-même porté par une longrine béton armé sur pieux. En partie haute du chariot, un vérin de compensation permet de corriger les différences géométriques de la voie ; comme les vérins de levage, les vérins de compensation sont dotés d'apuis sphériques Maurer pour compenser les rotations durant les phases de transfert et/ou de dilatation.

Les chariots sont liaisonnés hydrauliquement par ensembles de 6. En phase de translation, le plateau repose donc sur 4 ensembles en équipression hydraulique.

Ici encore, la sécurité structurelle a amené à surdimensionner les équipements : en cas d'incident, il est possible

de déposer l'un des chariots et de poursuivre la translation avec 11 chariots au lieu de 12.

## 12.5. Les systèmes de poussée

Le déplacement horizontal, d'une course totale de 65 mètres, est assuré par deux ensembles de 6 vérins pousseurs par côté, associés à des pinces. Ces vérins sont entraînés par des groupes de puissance hydraulique embarqués sur des remorques trainées par le plateau. Le cycle de poussée se décompose en 4 temps :

Ouverture de la pince

Extension (réciproquement rétractation) du vérin

Fermeture de la pince

Rétractation (réciproquement extension) du vérin.

Chaque cycle dure de l'ordre de 70 secondes pour un pas de 900mm environ ; compte tenu des recalages nécessaires pour éviter la mise en crabe, la translation dure 1 h 20 minutes environ.



**Chariot de translation : de bas en haut rouleurs SED, châssis NFM, vérin de compensation Douce Hydro, appui Maurer**



**Plateau en cours de translation**



**Ensemble de translation chariot et vérin avec sa pince.**



**Groupe de puissance lors de la première installation.**

## 12.6. Au bout du processus

*Les dispositions développées permettent d'assurer, de façon industrielle, le transfert du plateau de la position ouverte à la position fermée dans un laps de temps n'excé-*

*dant pas 24 heures, mise en configuration salle incluse. Les dispositions constructives et organisationnelles choisies permettent de garantir aux producteurs des spectacles et au LOSC de trouver, à l'heure dite, l'ouvrage disponible pour leurs besoins.*



**11 Septembre 2012 : le plateau mobile ouvert en position de stockage dans les coulisses de la boîte à spectacles.**



**20 Juillet 2013 : concert inaugural « Diamond Tour » de Rihanna.**