

FONTAINEBLEAU

Archives Nationales



L'ingénierie créative

Mission d'Assistance Technique à l'OPPIC

Mission de diagnostic de la structure

I – OBJET DE LA MISSION

La mission d'EGIS Bâtiments est une mission d'assistance technique à l'OPPIC qui porte sur les désordres affectants le génie civil et la structure des bâtiments U1 et U2 des Archives Nationales à Fontainebleau.

II – CONTEXTE DU PROJET

L'OPPIC a confié à SETEC Bâtiments une mission comprenant un diagnostic des existants et un schéma directeur en vue de la rénovation et de la mise aux normes, sécurité et accessibilité.

Dans ce cadre, les analyses de SETEC ont mis en évidence un certain nombre de désordres dans la structure des bâtiments U1 et U2.

SETEC a conclu dans son rapport du 28 mars 2014 :

*« Nous estimons qu'il y a un risque portant sur la stabilité structurelle de l'ouvrage.
Ce risque imprévisible dans son ampleur et dans le temps peut porter atteinte à la sécurité des personnes ».*

Ce qui s'est traduit par l'évacuation immédiate des bâtiments U1 et U2 le 28 mars dernier.

III – DIAGNOSTIC D'EGIS BATIMENTS

Le diagnostic porte sur l'analyse des documents suivants :

- 1- Etude de sol de GÉOTECHNIQUE APPLIQUÉE IDF n°15622 G1 PGC en date du 17/02/2014
- 2- Rapport GINGER CEBTP dossier BDP3.D.039 R4 en date du 25 février 2014
- 3- Rapport SETEC : Diagnostic Structures – complément au rapport initial suite à la 1^{ère} campagne de sondages – Bâtiments U1 et U2 – Version A du 25 mars 2014.
- 4- Rapport KHEPHREN : Avis sur le dossier complémentaire au rapport final de diagnostic structure établi par SETEC (Version A du 28 mars 2014) – En date du 03 avril 2014.
- 5- Rapport de diagnostic de SOCOTEC du 10 avril 2014.
- 6- Rapport SETEC : Prescriptions techniques relatives aux dispositifs complémentaires de suivi des bâtiments U1 et U 2.
- 7- Examiner la proposition de SETEC pour la récupération en urgence sous instrumentation de certains matériels restés dans les bâtiments aux niveaux -1, RDC, R+1 et R+2.

Le diagnostic comporte aussi deux visites :

- une sur le site de Fontainebleau (à programmer : bâtiments non visitables)
- une sur le site de Pierrefitte pour consulter le DOE de structure du bâtiment U1 et U2.

IV – ANALYSE DES DOCUMENTS

Rapport d'étude géotechnique de GÉOTECHNIQUE APPLIQUÉE IDF n°15622-A G1 PGC en date du 05/05/2014

GA IDF a réalisé dans le cadre d'une mission G1 PGC :

- 4 sondages carottés SC11, SC13, SC101 et SC102
- 2 sondages destructifs SD12 et SD14.
- Une série d'analyse en laboratoire comprenant : identification GTR, essais de gonflement à l'œdomètre et une analyse de la calcimétrie.

L'étude a mis en évidence le contexte géotechnique suivant

- Colluvions et sable de Fontainebleau remaniés (jusqu'à 71.8/77.0 NGF)
- Calcaire de Brie du Sannoisien supérieur (jusqu'à 59.15 /61.8 NGF)
- Marne verte et blanche du Sannoisien inférieur (jusqu'à plus de 55.6 /53.75 NGF)
- Calcaire de Champigny et Marne de Nemours (non atteint par les sondages)

Certains vide ou zones décomprimées ont été décelées dans le calcaire de Brie pendant les sondages ce qui montre que le calcaire est le siège de circulation d'eau et d'une karstification. Les zones décomprimées se situent entre 70.55 à 68.15 NGF et 62.15 à 61.55 NGF (pour SD12) et entre 71.25 à 69.15 NGF et 63.65 à 62.85 NGF (pour SD14).

Les niveaux d'eau mesurés varient entre 68.55 et 69.35 NGF. Ces niveaux correspondent à la nappe présente au sein du calcaire de Brie qui connaît des variations saisonnières faibles : le battement est estimé à 1.50m.

Enfin les essais en laboratoire ont mis en évidence des pressions de gonflement des marnes argileuses (marnes vertes et blanches ou calcaire de brie) de 200, 150, 35 et 500 kPa.

En conclusion GA IDF établit que le radier dont l'arase inférieure se situe à 66.67 NGF, est assis dans des niveaux marno-argileux gonflants (avec des pressions de gonflement de 150 kPa (15t/m²) pour SC13).

En fait l'épaisseur du radier est de 0.75m pour l'U1 et de 1.0m pour U2. L'arase inférieure est située à 66.90 d'après les plans de recollement.

Il est fait état dans le devis descriptif de l'unité 1 de ces phénomènes de gonflement (§ 2.1.2.1 – Fondations). A l'époque les constructeurs ont bien identifié les risques de gonflements apparaissant lors du terrassement mais ils ont spéculé sur la remise en place des couches de sol ayant gonflé par l'édification de la structure qui selon eux était censée ne laisser subsister un tassement résiduel de l'ordre de 1 à 1.5 cm.

Cette conception était donc incorrecte.

Rapport GINGER CEBTP dossier BDP3.D.039 R4 en date du 25 février 2014

Selon CEBTP les désordres relevés seraient dus :

- à la non réalisation du joint de dilatation à l'intérieur du 5ème sous-sol,
- à un sous-dimensionnement du Jd entre l'unité 1 et 2,
- à l'atteinte de la limite de résistance en traction du béton à cause des cycles de chargement/déchargement des dépôts, des mouvements des sols, de la nappe phréatique.

Les mesures effectuées par le CEBTP montrent également une variation comprise entre 0.3 mm d'ouverture et 0.1 mm de fermeture avec une jauge (1a) ayant atteint 0.96 mm d'ouverture pour l'unité1

Pour l'unité 2, les variations sont comprises entre 0.2 mm d'ouverture et 0.1 mm de fermeture avec deux jauges (11a et 17a) ayant atteint respectivement 1.90 mm et 0.8 mm d'ouverture.

Rapport GINGER CEBTP dossier BDP2.E.029 en date du 25 février 2014

Le rapport de suivi d'urgence montre que les déformations des cordes optiques suivent de manière générale les oscillations des courbes de température.

Ces mesures ne sont pas exploitables.

Rapport SETEC : Diagnostic Structures – Version A du 11 mars 2014.

Dans ce rapport SETEC signale que les bâtiments U1 et U2 présentent de nombreuses fissures réparties sur différents niveaux en particulier :

- des pieds de poteaux au rez de chaussée
- des jonctions poutres/plancher dans les sous-sols (au R-5)
- des voiles béton dans les sous-sols (au R-5).

SETEC précise que ces fissures anciennes semblent se développer avec le déchargement des archives hors du site. SETEC en conclut que les causes probables sont liées soit à un mouvement du sol soit à une fluctuation de la nappe et attends le résultat d'une campagne géotechnique en cours pour pouvoir faire une analyse plus précise.

Rapport SETEC : Diagnostic Structures – complément au rapport initial suite à la 2^{ème} campagne de sondages – Bâtiments U1 et U2 – Version C du 28 mai 2014.

La mission d'étude géotechnique confiée au BET GEOTECHNIQUE APPLIQUEE, met en évidence que :

- des niveaux argilo-marneux sont présent au niveau de l'assise théorique du radier,
- que ce sol peut atteindre des pressions de gonflement comprise entre 3,5 t/m2 et 50.0 t/m2.

SETEC réalise un bilan de charges des bâtiments :

- Bâtiment U 1 déchargé 10.4 t/m2 et chargé 14.8 t/m2
- Bâtiment U 2 déchargé 8.4 t/m2 et chargé 12.1 t/m2

et effectue la comparaison avec une poussée combinée des argiles gonflantes et de la nappe (au niveau normal à 68.92 NGF) évaluée à 17.3 t/m2.

SETEC démontre ainsi que le bâtiment n'est pas en position d'équilibre puisque son chargement n'est pas capable de s'opposer à la poussée auquel est soumis le radier et que par conséquent les désordres sont provoqués par le fait que les parois latérale de l'infrastructure étant retenue par le sol mobilisé en frottement, les poteaux intérieur sont eux soulevés par la déformation centrale du radier ce qui se traduit par de multiple fissurations dans la structure.

Nous sommes d'accord avec cette analyse.

SETEC ajoute ensuite que ces variations qui existent depuis 36 ans, sont susceptibles de créer un phénomène de fatigue générale affaiblissant la résistance des matériaux en particulier celle des aciers, ce qui rend difficile d'évaluer une date précise de rupture par fatigue.

Nous ne partageons pas l'avis de SETEC sur ce dernier point.

D'abord il faut un très grand nombre de cycle pour arriver à la rupture par fatigue de l'acier. L'eurocode donne une méthode de calcul à ce sujet. Il semble que même si ces variations se sont produites plusieurs

fois par an le nombre de cycle sur 36 ans reste faible : par exemple mouvement une fois par semaine pendant 36 ans soit 1872 cycles.
Un calcul selon l'Eurocode permettrait de mieux cerner cet aspect.

Rapport KHEPHREN : Avis sur le dossier complémentaire au rapport final de diagnostic structure établi par SETEC – En date du 03 avril 2014.

Dans cette note revient sur les éléments fournis par l'étude géotechnique confiée au BET GEOTECHNIQUE APPLIQUEE et suit le même raisonnement que SETEC pour confirmer sa conclusion.

Ce rapport n'appelle pas d'observation de notre part.

Rapport de diagnostic de SOCOTEC du 10 avril 2014.

Dans son rapport SOCOTEC confirme les analyses de SETEC et de KHEPHREN à savoir :

- Effet de fatigue des matériaux « quasiment impossible » à quantifier
- Mouvement des fissures continu (depuis 36 ans)
- Bâtiments dans un « état de portance fluctuant »

Et donc SOCOTEC confirme que « la pérennité de l'ouvrage n'est plus garantie et peut porter atteinte à la sécurité des personnes » pour les motifs précédents.

Nous sommes d'accord sur l'analyse et sur la conclusion sauf ce qui concerne le phénomène de fatigue qui mérite d'être réexaminé selon les Eurocodes.

V - CONSULTATION A PIERREFITTE DES DOE.

La consultation des documents archivés à Pierrefitte a permis de retrouver les documents suivants pour les bâtiments U 1 et U 2 :

- Plans d'implantation des sondages de FONCAPSOL
- Rapport FONCAPSOL n°14095 de février 1974
- Résultats des sondages FONCAPSOL de 1970 et 1974
- Rapport FONCAPSOL du 23 avril 1974 sur les fondations (P.M. et Pb gonflement)
- Plan FONCAPSOL : Implantation des sondages et courbes isophyses (NGF) du toit des marnes vertes de Romainville
- Rapport SOL ESSAI n° 8952 du 13 novembre 1981
- Rapport TECNE sur les fondations spéciales du 18 février 1982
- Extrait du C.C.T.P. terrassement Gros Œuvre du bâtiment U1
- C.C.T.P. bâtiment U2 : Terrassement, Cours et routes, Espaces verts
- Plans TECNE du 25 avril 1974 : Fondations – Radier Partie A (Bat U1)
- Ordre de service concernant le bat U1 du 22 septembre 1975
- La liste des plans d'exécution d'OGER des bâtiments A et B du 19 janvier 1977
- Les plans d'exécution de terrassement du bâtiment U1
- Plans d'exécution OGER : radier coffrage et de ferrailage du bâtiment U1 (n° 1 à 3, 40 à 45 et C01)
- Plans d'exécution PARACHINI de terrassement de 29 septembre 1975

- Plans SNTP d'exécution : Radier parties A et B : coffrages et coupes (n° 001, 002 et 003)
- Dossier concernant le problème de béton du radier de 1975 et 1976

VI - CONCLUSION

Les analyses du diagnostic structure de SETEC – confirmées par KHEPHREN et SOCOTEC - nous semblent correctes pour ce qui concerne l'origine et la cause des désordres.

En ce qui concerne l'évaluation du risque nous ne sommes pas convaincus que le phénomène de fatigue en particulier dans les ferraillages, soit avéré. Une analyse selon les Eurocodes serait utile.

Par ailleurs nous pensons qu'un calcul de la structure (ou d'une partie de celle-ci) intégrant les actions et les déformations dues au sol permettrait d'avoir une meilleure appréciation de son état de contrainte.

La modélisation de la structure du bâtiment effectuée en liaison avec un géotechnicien chargé de réaliser un calcul d'interaction sol / structure, permettrait de connaître la distribution des efforts dans la structure et ses déformations et par conséquent de mieux apprécier le risque que présente la structure pour un état de charge donné.

Ces calculs permettraient également de définir un seuil correspondant à un niveau de contrainte dans la structure admissible et autorisant l'accès dans l'infrastructure.

Pierre FOCQUÉ
Directeur Technique Structure