COLLEGE NATIONAL DES EXPERTS ARCHITECTES FRANCAIS
154ème TABLE RONDE NATIONALE TECHNIQUE ET JURIDIQUE

RECONNAISSANCE ET DIAGNOSTIC DES STRUCTURES EXISTANTES

ECOLE NATIONALE DE LA MAGISTRATURE – BORDEAUX – 10 JUIN 2016

INTERVENANTS :
Monsieur Philippe CAUDRON, Ingénieur, chargé d'affaires SOCOTEC.
Monsieur Abderrahman ADIM, Ingénieur, chargé d'affaires SOCOTEC.
Monsieur Marc BROUXEL, Directeur technique de la société CONCRETE PATHOLOGY.
Maître Alexandra DECLERCQ, Avocat au Barreau de Bordeaux.
Madame Irène BENAC, Vice présidente de la 7ème chambre du TGI de Bordeaux.

Accueil

Chahrazad TOMA-VASTRA
Architecte, animatrice nationale des Tables rondes nationales techniques et juridiques du CNEAF

Je vous souhaite la bienvenue à cette 154ème table ronde organisée par le Collège national des experts architectes français (CNEAF). Cette association a pour mission d'organiser la formation initiale et continue des architectes à l'expertise judiciaire et au conseil. Le CNEAF a également pour mission d'organiser et de faciliter les échanges entre les architectes, les experts, les avocats et les techniciens du bâtiment. Nous organisons donc des formations, des tables rondes et un congrès annuel et nous fêterons en 2017 les 50 ans du CNEAF. Je vous souhaite une très bonne table ronde.

collège national des experts architectes français
CNEAF

Sommaire

Accueil 1

Chahrazad TOMA-VASTRA 1

Le diagnostic solidité 3

Présentation de SOCOTEC 3

Philippe CAUDRON 3

Les diagnostics solidité, ou comment maîtriser un projet en conception ? 3

- Les attentes des clients 3
- Définition théorique du diagnostic 4
- Diagnostic solidité versus diagnostic structurel 4
- Différents diagnostics solidité 4
- Pourquoi réaliser un diagnostic solidité ? 4

Détail des différents diagnostics solidité 5

- Le diagnostic solidité par inspection visuelle 5
- Le diagnostic solidité par sondages destructifs et non destructifs 5

Abderrahman ADIM 5

- Le diagnostic solidité avec contre-calculs et/ou analyse documentaire 7

Les autres diagnostics 8

- Les diagnostics techniques immobiliers 8
- Le diagnostic sécurité incendie 8
- Le diagnostic accessibilité des personnes handicapées 8
- Le diagnostic acoustique et/ou thermique 8

Illustrations 9

Échanges avec la salle 11

- Les cas particuliers du bois et de la pierre 11

Maître Alexandra DECLERCQ 11

Marc BROUXEL 11

- Solidité des garde-corps 12
- Les constats avant travaux 12

Le cas des planchers précontraints 13

CONCRETE Pathology 13

- L'ingénierie de l'existant 13
- Des outils variés 13

L'expertise des structures précontraintes 13

- La précontrainte 13
- Le diagnostic des planchers précontraints 14
- Cas particulier de la problématique incendie 15

Échanges avec la salle 17

Responsabilité des constructeurs et jurisprudence 19

Les règles juridiques applicables en matière de responsabilité des constructeurs 19

La responsabilité contractuelle de l'architecte 19

- La responsabilité contractuelle de l'architecte 19
- L'importance des écrits 19
- Échanges avec la salle 20

Contrats pour travaux sur existants 21

- Échanges avec la salle 22

La pratique judiciaire 23

Irène BENAC 23

Échanges avec la salle 23

- Le rôle des experts 23

Michel JEMMING 23

Sigles 25

collège national des experts architectes français
CNEAF

Le diagnostic solidité

Présentation de SOCOTEC

Philippe CAUDRON
Ingénieur chargé d'affaires, service gestion du patrimoine immobilier, chargé des diagnostics en Gironde et en Aquitaine, SOCOTEC

SOCOTEC est une société de prestation de services qui pratique : le contrôle, l'inspection, la certification et la vérification. SOCOTEC est un acteur de référence de la prévention des risques. Nous sommes leaders dans le secteur du contrôle de la construction et de la Gestion de patrimoine immobilier (GPI). Nous sommes connus et reconnus pour notre positionnement de tierce partie indépendante.

SOCOTEC est organisé en huit services[1], dont la GPI. Ce service réalise différents diagnostics techniques et sanitaires dont les diagnostics solidité.

Les diagnostics solidité, ou comment maîtriser un projet en conception ?

En France, plus des deux tiers des immeubles d'habitation ont aujourd'hui plus de 60 ans, et plus des deux tiers des immeubles du secteur tertiaire ont plus de 25 ans. Dans le cadre de projet d'aménagement, par exemple, il semble donc important de réaliser des diagnostics solidité sur les bâtis.

Les attentes des clients

Sur les bâtiments existants, les attentes de nos clients sont diverses :
- vérifier la sécurité des personnes et la préservation des biens situés dans l'ouvrage
- renforcer les structures en vue d'une nouvelle destination de l'immeuble
- identifier les causes probables d'un désordre afin d'y remédier.

Pour répondre à ces attentes, plusieurs actions peuvent être envisagées dans le cadre du diagnostic de solidité :
- une évaluation de la solidité des ouvrages et des équipements
- une identification des désordres et une proposition de mesures de réparation adaptées
- une évaluation de la capacité portante initiale d'un ouvrage, d'un plancher ou d'une poutre
- une évaluation la faisabilité d'un projet de transformation du bâtiment
- une évaluation de la vétusté des ouvrages recevant du public
- une surveillance de l'évolution des dégradations à court, moyen ou long terme
- une analyse des projets au regard des risques
- une assistance au maître d'ouvrage dans le cadre de renforcement de structure.

[1] Les huit branches d'activité de SOCOTEC sont : la construction, les équipements, l'infrastructure, la certification, la GPI, la Qualité, hygiène, sécurité, environnement (QHSE), les projets industriels et la formation.

Définition théorique du diagnostic

Le diagnostic est l'identification de la nature d'une situation, d'un désordre (dans le domaine de la construction), d'un mal (dans le domaine médical), etc. **L'objectif du diagnostic est de déterminer les actions à mettre en place dans le cadre d'une maintenance ou d'une réparation**.

Diagnostic solidité versus diagnostic structurel

Le diagnostic structurel vise seulement la structure du bâtiment alors que dans le cadre de projets d'aménagements, d'autres éléments doivent également être pris en compte comme les clos et couverts et les éléments de structures indissociables du bâti. **Le terme de diagnostic de solidité fait référence à la norme de l'Association française de normalisation (AFNOR) NF P 03-100, qui régit le métier du contrôle technique**[2]. Cette norme définit toutes les missions du contrôleur technique, dont la mission L portant sur la solidité des ouvrages et des éléments d'équipement indissociables.

Les ouvrages concernés par la mission L sont :
- les ouvrages de réseaux divers et de voirie (à l'exclusion des couches d'usure des chaussées et des voies piétonnières) dont la destination est la desserte privative de la construction
- les ouvrages de fondation
- les ouvrages d'ossature
- les ouvrages de clos et de couvert
- pour les bâtiments, les éléments d'équipement indissociablement.

Différents diagnostics solidité

En fonction des attentes du client, différents types de diagnostic solidités peuvent être menés :
- le diagnostic solidité par inspection visuelle simple
- le diagnostic solidité par sondage (destructifs ou non)
- le diagnostic solidité avec contre-calculs ou analyse documentaire.

Ces trois types de diagnostics peuvent être menés séparément ou de manière complémentaire.

Pourquoi réaliser un diagnostic solidité ?

Le diagnostic solidité peut avoir plusieurs objectifs différents qui doivent impérativement être définis avant la réalisation de la mission :
- vérifier l'état des existants dans le cadre d'un projet d'aménagement
- rechercher les causes d'un désordre dans une zone du bâtiment
- connaître les paramètres mécaniques des ouvrages
- obtenir des informations sur l'état de conservation d'un bâti.

---

[2] Le contrôle technique fait l'objet de dispositions législatives et réglementaires qui figurent aux articles L. 111-23 à L. 111-26 et R. 111-29 à R. 111-42 du code de la construction et de l'habitation.
Il fait également l'objet de dispositions réglementaires et normatives suivantes :
- Cahier des clauses techniques générales - Décret n° 99-443 du 28 mai 1999.
- Norme AFNOR NF P 03-100 du 20 septembre 1995

Le diagnostic solidité s'adapte à une infinité de situations, en fonction des besoins des clients.

Détail des différents diagnostics solidité

Le diagnostic solidité par inspection visuelle

Le diagnostic de solidité par inspection visuelle est utilisé pour constater l'état de conservation d'un bâti dans le cadre d'un projet d'achat ou d'aménagement. Ce type de diagnostic, réalisé sans prélèvement, donne lieu à un avis. Il fait état de la présence éventuelle de désordres sur la structure, sur les ouvrages de clos et couvert etc. Ce type de diagnostic peut aussi être réalisé pour rechercher la cause des désordres constatés ou intégrer des données existantes dans un projet d'aménagement. En outre, le diagnostic solidité par inspection visuelle peut constituer une étape préalable à la réalisation d'un diagnostic plus poussé, de façon à localiser les endroits où seront effectués des sondages.

Les étapes du diagnostic de solidité par inspection visuelle sont toujours les mêmes, quelle que soit la mission. **La première étape consiste à analyser les objectifs du client. Cette étape est la plus importante car elle permet de déterminer les orientations du diagnostic.** La deuxième étape consiste à réaliser le constat visuel sur le site. La troisième étape, la réalisation du rapport permet d'établir un état de conservation de l'ouvrage et de formuler des recommandations sur les travaux à réaliser.

Les diagnostics solidité par inspection visuelle sont relativement simples à réaliser. Ils peuvent être effectués, même si le bâtiment, l'ouvrage ou l'équipement à inspecter semble très difficile d'accès. Il est toujours possible de trouver un moyen d'accès à mettre en œuvre pour réaliser le diagnostic, par exemple : installer une nacelle pour examiner un mât d'éclairage, un échafaudage pour inspecter des garde-corps sur une façade, etc.

Le diagnostic solidité par sondages destructifs et non destructifs

Abderrahman ADIM
Ingénieur, assistant chargé d'affaires, gestion patrimoine immobilier, étudiant en master ingénierie de bâtiment, structures nouvelles de construction et de réhabilitation, université de La Rochelle

Avant de réaliser un diagnostic solidité par sondage, il est nécessaire de déterminer le but de ce dernier. **Nous utilisons les sondages, destructifs et non-destructifs, afin de connaître les paramètres mécaniques de l'ouvrage, ou de déterminer les dispositifs constructifs d'un ouvrage (notamment les dimensions non visibles), ou d'approfondir la recherche de désordres.**

Dans le cadre d'un diagnostic solidité, un sondage est effectué suite à une succession d'étapes essentielles pour le bon déroulement de la mission :
- la réalisation d'une inspection visuelle
- l'analyse des particularités du site et des désordres pour déterminer le sondage à adopter
- la réalisation les sondages
- l'analyse des résultats à intégrer dans le rapport ou à utiliser pour réaliser une mission de contre-calculs.

Différents types de sondage destructifs et non destructifs permettent de recueillir différentes informations comme :

- la localisation des armatures
- la position et le diamètre des armatures
- l'épaisseur de l'enrobage
- l'épaisseur des fissures
- la résistance du béton à la compression
- le niveau de corrosion de l'armature etc.

Plusieurs types d'appareils sont utilisés pour réaliser les sondages.

Le pachomètre, le profométre et le ferroscan sont des appareils de mesure électromagnatique qui permettent de localiser les armatures, l'épaisseur de l'enrobage et le diamètre de l'acier. Les mesures obtenues peuvent être comparées avec les plans d'exécution des ouvrages ou peuvent être utilisées pour effectuer des contre-calculs.

Le fissuromètre est une règle transparente qui permet de mesurer l'épaisseur ou la largeur d'une fissure. La jauge de fissure permet de déterminer l'évolution d'une fissure dans le temps (figure 1). Les données obtenues permettent de donner un avis sur les principales caractéristiques de la fissure, sur son activité ou sa passivité, et sur les traitements à réaliser (traitements de fond ou esthétiques).

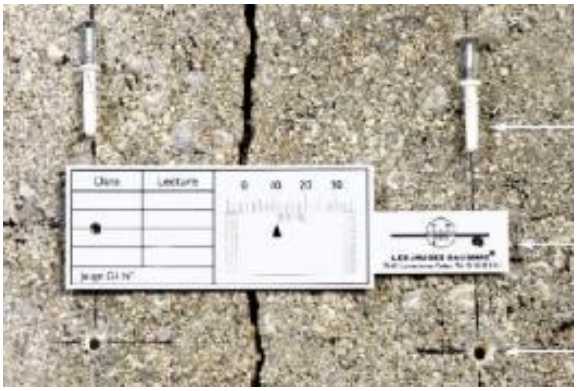

Figure 1 - Jauge de suivi d'une fissure

L'auscultation par ultrason évalue également l'étendue et l'importance des fissures. L'auscultation dynamique et sonique, grâce à des appareils à propagation d'ondes, permet de vérifier l'absence ou la présence de vide dans le béton afin d'en détecter les défauts. Ce type de sondage permet soit de vérifier soit l'ouvrage a bien été réalisé, soit de déterminer la cause d'une déformation de l'ouvrage.

L'auscultation par ultrason peut aussi être utilisée pour déterminer la résistance du béton à la compression, tout comme le scléromètre, mais pour ce dernier, la mesure obtenue est limitée à la surface du béton et ne peut pas servir de référence pour déterminer la résistance totale de l'ouvrage en béton.

Les appareils à champs électriques mesurent le niveau de corrosion des armatures. Ils sont utilisés dans le cas d'ouvrages soumis à un environnement agressif. Par exemple, dans les ouvrages maritimes, la corrosion de l'acier peut survenir rapidement. Dans ce cas, des contrôles réguliers sont nécessaires pour s'assurer qu'il n'y a pas de risque d'éclatement du béton lié à la corrosion des armatures.

Il est également possible de mesurer la pénétration de la carbonatation dans le béton (figure 2). La carbonatation du béton aboutit à la corrosion des armatures et à la formation de fissures puis à l'éclatement du béton. Ce phénomène peut donc aboutir à une dégradation importante de l'ouvrage.

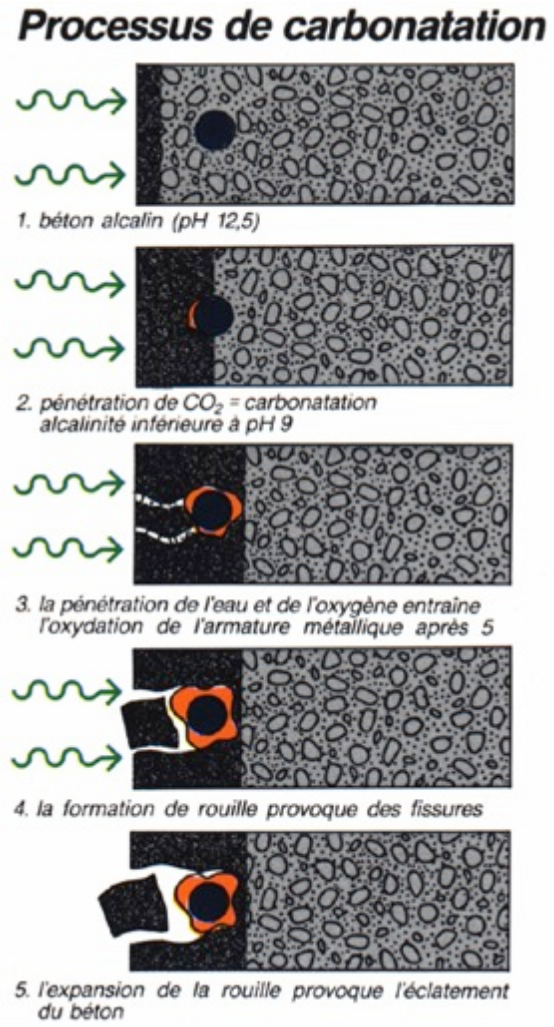

Figure 2 – Le processus de carbonatation dans le béton

Il existe également d'autres sondages, plus simples à réaliser :
- utiliser un outil « pointu » pour tester la résistance d'une poutre en bois
- utiliser un pied à coulisse pour mesurer les profondeurs des fissures ou des gerces
- prélever des échantillons à l'aide d'une carotteuse, d'une scie circulaire ou d'une disqueuse, puis les analyser en laboratoire pour connaître les contraintes admissibles des matériaux, divers paramètres mécaniques ou propriétés intrinsèques.

Le diagnostic solidité avec contre-calculs et/ou analyse documentaire

Les diagnostics solidité avec contre-calculs et/ou analyse documentaire sont réalisés dans différents cas :
- la modification de la charge d'exploitation d'un plancher

- la redistribution des efforts dans le cadre d'un projet d'aménagement
- un désordre pouvant résulter de la conception de l'ouvrage
- en complément d'une inspection visuelle.

La réalisation de contre-calculs vise à s'assurer que la réalisation d'aménagement est cohérente avec la structure existante. En plus de contre-calculs, il est possible de réaliser une analyse documentaire afin de vérifier les documents de conception, notamment les études de sol, et de s'assurer que les aléas géotechniques, notamment le retrait-gonflement des argiles, ont été pris en compte par les géotechniciens. Les analyses documentaires sur les études de sols, dans le cadre du diagnostic solidité, visent à rechercher les causes et les conséquences d'un désordre.

Les autres diagnostics

Les diagnostics techniques immobiliers

Les diagnostics immobiliers sont obligatoires dans certains ouvrages[3]. La réalisation de ces diagnostics doit être prise en compte dans l'organisation d'un projet immobilier.

Le diagnostic sécurité incendie

Le diagnostic incendie peut avoir une incidence sur la solidité des bâtiments. En effet, les structures du bâtiment doivent présenter des qualités de résistance au feu afin de préserver la stabilité de l'édifice et de s'opposer à une propagation rapide du feu en cas d'incendie. Parfois, il est donc important d'élargir le diagnostic solidité à une partie sécurité incendie pour maîtriser la conception du projet dans sa globalité.

Le diagnostic accessibilité des personnes handicapées

Le diagnostic accessibilité peut avoir des incidences sur la solidité du bâtiment. Rendre accessible un bâtiment peut en effet, impacter l'ossature structurelle d'un bâtiment, par exemple, en exigeant une augmentation de la largeur des portes dans des murs porteurs. Le diagnostic solidité seul n'intègre pas cet aspect, il doit donc être réalisé en lien avec un diagnostic accessibilité pour que cette problématique soit directement intégrée au diagnostic solidité, avec les principes constructifs retenus.

Le diagnostic acoustique et/ou thermique

Le diagnostic acoustique et/ou thermique peut aboutir à un complément d'isolation pouvant avoir une incidence sur les ouvrages structurels. Il est donc à mettre en lien avec le diagnostic solidité. En outre, les sondages réalisés dans le cadre du diagnostic solidité peuvent apporter des renseignements sur l'isolation acoustique et/ou thermique. Les préconisations de travaux du diagnostic solidité peuvent donc intégrer des recommandations en matière d'acoustique. Les résultats de certains sondages sont ainsi optimisés.

---

[3] L'ordonnance du 8 juin 2005 et la loi du 16 juillet 2006 ont institué l'obligation pour les propriétaires d'immeubles de fournir préalablement à la vente un Dossier de diagnostic technique (DDT) décrit à l'article L271-4 du Code de la construction et de l'habitation (CCH), portant sur 7 points : amiante, risques naturels, plomb, termites, performance énergétique, gaz et électricité.

Illustrations

Nous réalisons régulièrement des inspections visuelles pour déterminer l'état de conservation d'un bâtiment avant travaux. Les photographies suivantes (figures 3 à 8) illustrent quelques désordres rencontrés.

Figure 3 – Dégradation du plancher due à la présence d'insectes xylophages

Figure 4 – Infiltration au niveau des couvertures

Figure 5- Pourrissement du pied de poteau dû à des travaux de réaménagement d'une place à proximité

Figure 6 – Délaminage sur un poteau avec présence de champignon dû à la pose d'un préau

Figure 7 - Inspection du revêtement intérieur d'un silo à grain

Figure 8- Corrosion des éléments de charpente suite à un défaut d'entretien

Échanges avec la salle

- Les cas particuliers du bois et de la pierre

Maître Alexandra DECLERCQ
Avocat au barreau de Bordeaux. :

Vous avez surtout décrit des instruments de sondage du béton, or les ouvrages de réhabilitation qui nous concernent sont majoritairement en bois.

Philippe CAUDRON
Il y a beaucoup plus d'éléments de sondage sur le béton, car sur le bois, généralement les désordres sont visibles. Il n'y a pas d'acier à l'intérieur du bois. Les pathologies du bois sont soit visibles, soit détectables grâce à l'application d'un marteau ou d'un burin.

Maître Alexandra DECLERCQ
Dans le cas où un nouveau plancher est posé, les murs en pierre des immeubles anciens n'ont pas toujours la capacité de supporter le nouveau plancher. Comment savoir si le dimensionnement des murs permettra de supporter le nouveau plancher ?

Philippe CAUDRON
Il est possible de faire des carottages sur des éléments en pierre, puis des essais de compression pour obtenir les caractéristiques techniques de la pierre. Toutefois le cas de la pierre est complexe, car d'une pierre à l'autre, les caractéristiques techniques peuvent varier. Il faut donc réaliser des sondages multiples pour obtenir des caractéristiques moyennes et ensuite, trouver les personnes compétentes pour effectuer les calculs. Or ce savoir-faire se perd. Pour ce type de mission, SOCOTEC s'adjoint la compétence d'un cabinet d'étude spécialisé sur les ouvrages en pierre.

De la salle (Bernard VAYSSIERE, expert de compagnie d'assurances)
Philippe BORTOLUSSI est expert en la matière, à Bordeaux.

Marc BROUXEL
Directeur technique matériaux, entreprise CONCRETE PATHOLOGY

Pour connaître la pierre, nous ne disposons pas de beaucoup d'outils. Des logiciels de calculs permettent de faire des modélisations, mais nous sommes obligés d'utiliser des hypothèses très pessimistes.

Maître Alexandra DECLERCQ
Ce savoir-faire est-il aujourd'hui réellement perdu ?

Philippe CAUDRON
Il y a toujours des gens compétents mais beaucoup moins qu'avant. La plupart des bureaux d'études travaillent sur des éléments classiques (béton, parpaing, brique, bois) sur des nouvelles constructions. Peu de bureaux d'études s'intéressent aux bâtiments anciens.

Marc BROUXEL
De plus, les calculs sur les éléments anciens coûtent cher. Parfois, il est plus simple, et moins coûteux, de démolir et de reconstruire. En effet, les bâtiments anciens ont été construits avec

des règles de calcul différentes de celles d'aujourd'hui. Depuis leur construction, la réglementation a évolué, les ouvrages anciens ne répondent donc pas aux normes actuelles.

Solidité des garde-corps

De la salle (Xavier FRENEAU)
Pour le diagnostic solidité des garde-corps, que préconisez-vous ?

Philippe CAUDRON
L'essai au sac[4] est difficilement réalisable sur site car il demande un recul important et une position du sac très précise. Intervenir sur l'existant est donc difficile, en revanche, en usine, nous pouvons analyser un modèle. Sur site, il est difficile de faire plus que de déterminer l'état de conservation du garde-corps par un constat visuel, pour s'assurer de l'absence de corrosion et du bon état des éléments. Mesurer les dimensions géométriques est possible, mais vérifier formellement l'intégrité du garde-corps exige la réalisation d'un essai au sac. Il est cependant possible de réaliser un essai statique avec la mise en place de vérins qui vont appliquer des efforts sur l'ouvrage. Ce type d'essai, requiert moins d'espace que l'essai au sac.

Les constats avant travaux

De la salle (Jean-Pierre DEVAUX, expert architecte)
Intervenez-vous dans le cadre de référé préventif, avant la réalisation d'interventions ? Souvent, il est demandé aux experts d'établir le lien de causalité entre une intervention extérieure et l'apparition de désordres. Parfois, nous disposons d'un référé préventif préalable aux travaux, mais souvent, aucun constat n'est fait avant les travaux.

Philippe CAUDRON
Nous ne faisons pas de référé préventif car nous n'avons pas le droit d'en faire. Nous pouvons intervenir pour constater des désordres survenus dans un bâtiment alors que des travaux ont eu lieu à proximité mais notre rapport n'aura pas de valeur juridique. Le diagnostic solidité a uniquement une valeur technique. En aucun cas nous ne pourrons désigner le responsable des désordres. Nous pouvons identifier les causes probables des désordres mais il est difficile de classifier les causes en fonction de leur prépondérance.

De la salle
On peut vous demander d'être sapiteur ?

Philippe CAUDRON
Oui, pour être conseiller technique.

De la salle (Monsieur François GRENADE, architecte, expert Cour d'appel de Paris)
Concernant les référés préventifs, je considère que la mission de l'expert judiciaire est large : l'expert est saisi pour faire les états des lieux des immeubles voisins, avant et jusqu'à la fin des travaux de l'immeuble en construction. Si un incident se produit en cours de chantier sur les immeubles voisins, l'expert est immédiatement saisi par l'une des parties. Comme il intervient très rapidement, il lui est souvent facile d'expliquer ce qui s'est passé.

---

[4] Les principales normes réglementant le dimensionnement des garde-corps sont les suivantes :
- NF P01-012 Dimensionnement des garde-corps
- NF P01-013 Essais : méthodes et critères
- NF P06-001 Charges d'exploitation des bâtiments

collège national des experts architectes français
CNEAF

Le cas des planchers précontraints

CONCRETE Pathology

L'ingénierie de l'existant

Marc BROUXEL
Le cabinet d'étude CONCRETE Pathology, créé en 1993, fait partie de la branche Continuum Engineering du groupe VINCI qui regroupe toutes les ingénieries des ouvrages existants. CONCRETE Pathology accompagne les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre ou les entreprises tout au long de la vie d'un ouvrage. En effet, dès que le béton est coulé, des problèmes peuvent apparaître pendant les chantiers : chocs, incendies explosions, changements de destination d'ouvrage, corrosion, problématiques de démolition et de remplacement d'ouvrage.

Notre métier est soumis à relativement peu de norme. En outre, notre ingénierie, très complexe, nécessite de faire intervenir des savoir-faire et des compétences dans des domaines très variés. **Nous sommes souvent obligés d'agréger des compétences pluridisciplinaires pour répondre aux questions que nos clients nous posent.**

Des outils variés

Les rôles de CONCRETE Pathology sont les suivants :
- surveiller les ouvrages
- diagnostiquer et comprendre les problèmes
- prévoir l'évolution des situations
- concevoir et contrôler les travaux de réparation.

Remplir ses missions nécessite de maîtriser une large palette d'outils :
- l'expertise structurelle
- l'expertise des matériaux
- l'expertise de la précontrainte
- le monitoring.

L'expertise des structures précontraintes

La précontrainte

Les planchers précontraints sont des dalles ou des poutrelles préfabriquées ou des éléments réalisés sur les chantiers. Ces structures sont fréquemment rencontrées sur les ouvrages actuels, cependant elles vieillissent, se corrodent, éventuellement se dégradent sans

prévenir avant de rompre[5]. Nous sommes donc régulièrement amenés à nous poser des questions sur leur état.

Le principe de la précontrainte (figure 9) est de reprendre les efforts appliqués à l'ouvrage grâce à la mise en tension de câbles de précontrainte. Le but de la précontrainte est d'obtenir des ouvrages de grande portée avec un nombre limité de poteaux pour avoir des structures fines et légères. Par exemple, dans les immeubles d'habitation, on construit des planchers précontraints pour gagner du poids et de la place et accélérer les travaux.

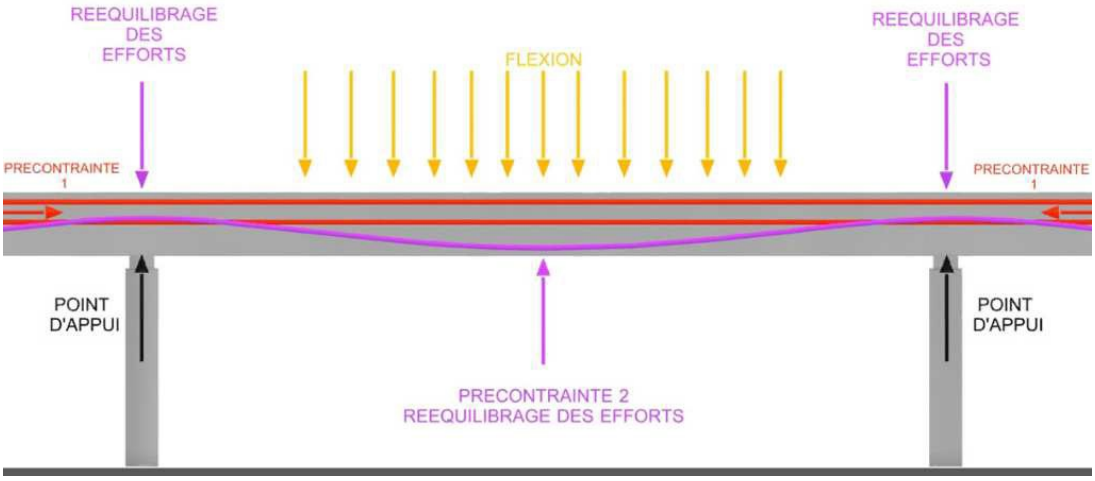

Figure 9 – Principe de la précontrainte

Il existe deux types de précontrainte :
- câbles de précontrainte en tension noyés dans le béton
- câbles de précontrainte dans une gaine en tension, dans laquelle du coulis a été injecté

Le diagnostic des planchers précontraints

Classiquement, lors du changement de destination d'un ouvrage, la répartition des charges change. Il peut aussi y avoir une augmentation des charges ou des ouvertures de trémies. Il est donc important de s'interroger sur la tenue du plancher. Il peut également se produire des explosions et des sinistres dans les bâtiments. Suite à ces événements, des diagnostics de l'état des précontraintes sont également réalisés.

La première étape du diagnostic des planchers précontraints est la récupération et l'analyse des données. Dans ce cadre nous cherchons à :
- récupérer les plans pour analyser la position théorique des câbles
- vérifier les niveaux de tension des câbles
- vérifier la nature des aciers ou du coulis mis en œuvre pour tendre les câbles.

La récupération des archives et des données est très importante car faire les investigations nécessaires à la récupération de ces informations a un coût non négligeable.

[5] Cas de la rupture fragile sans fissuration préalable

Le diagnostic, dans certains cas peut être très simple : de simples reconnaissances visuelles permettent de constater l'état, le positionnement et le nombre de câbles, des ouvertures doivent alors être pratiquées dans le plancher (figure 10)

Figure 10 - Reconnaissance visuelle par sondage d'un plancher précontraint

Cependant ces investigations sont ponctuelles. Sur un ouvrage gigantesque, il n'est pas possible de multiplier les ouvertures. Il est donc obligatoire de faire des hypothèses pour conclure sur l'état de la précontrainte, à partir de quelques observations visuelles seulement.

Il est également possible de faire des essais de chargement[6]. Lors de ces essais, des capteurs mesurent la flèche de l'ouvrage qui est ensuite comparée à la flèche théorique donnée par le modèle de calcul. Après un essai de chargement, il est impératif de vérifier que l'ouvrage retrouve sa position initiale, car si l'ouvrage n'est pas plastique, il accumule les déformations et vieillit anormalement.

Figure 11 – Réalisation d'un essai de chargement : mise en sécurité, chargement, mesures

Cas particulier de la problématique incendie

CONCRETE Pathology est intervenu pour diagnostiquer les structures de l'Address Hotel de Dubaï qui a subi un incendie majeur le 31 décembre 2015. La question était de savoir s'il était possible de réparer l'ouvrage et comment.

L**es caractéristiques mécaniques des armatures de précontrainte chutent de façon irréversible quand le câble en acier est soumis à une température supérieure à 200 °C.** À 400 °C, le câble perd 50 % de ses caractéristiques mécaniques, même si le béton[7] n'a pas

[6] L'idée est de répartir du poids sur l'ouvrage à l'endroit souhaité (après avoir mis en sécurité le bâtiment)
[7] Le béton éclate quand il subit des températures de 450-500°C.

éclaté. Un ouvrage peut visuellement paraître sain, même si les câbles de précontrainte sont fortement dégradés.

La première étape du diagnostic est l'inspection visuelle qui consiste à faire une cartographie du bâtiment. **L'objectif et de bien identifier les désordres pour ne réparer que la partie qui doit l'être sans prendre de risque au niveau de la solidité de l'ouvrage.**
La seconde étape vise à déterminer si les câbles ont été dégradés par la température. D'abord, un géoradar est utilisé pour trouver le positionnement des câbles, puis un carottage est effectué au droit des câbles de précontrainte. Un échantillon de béton est prélevé à la profondeur du câble. En laboratoire, une analyse minéralogique par diffraction des rayons X est pratiquée sur cet échantillon, car il existe un traceur minéralogique universel dans les bétons, l'éttringite[8], qui est détruit à 200 °C. Si ce minéral est retrouvé dans le béton, ce dernier n'a pas été soumis à des températures supérieures à 200 °C. Cette analyse est couplée à un examen au microscope électronique à balayage pour constater la présence d'éttringite afin d'éviter les faux négatifs susceptibles d'être obtenus avec l'analyse précédente. La microanalyse par spectrométrie à dispersion d'énergie peut également prouver la présence d'éttringite et donc que la température au droit du câble n'a pas dépassé 200 °C et que ses caractéristiques mécaniques ne sont pas atteintes.

La troisième étape consiste à vérifier la position de la précontrainte par rapport aux plans grâce à un géoradar capable de différencier les aciers passifs et les aciers de précontrainte. Le géoradar permet de connaître la position exacte des câbles et leur profondeur dans le béton. Si ce radar ne suffit pas, des outils de tomographie ultrasonique[9] donne une image de la position des câbles de précontrainte jusqu'à un mètre de profondeur dans le béton (figure 12). En outre, la gamma graphie[10] permet de vérifier la qualité de l'injection dans les gaines de précontrainte.

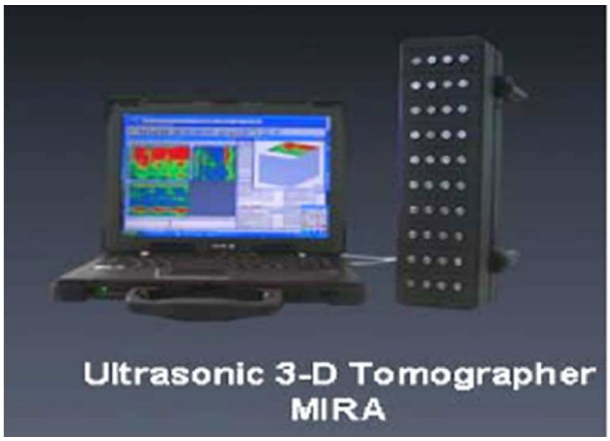

Figure 12 – Outil de tomographie ultrasonique

La quatrième étape consiste à contrôler l'état de corrosion par sondage (figure 13). Les ouvertures de câbles sont des opérations semi-destructives assez traumatisantes pour l'ouvrage, elles doivent donc être pratiquées en nombre limité. En cas de vide d'injection dans la gaine, pour limiter ces ouvertures, des endoscopes peuvent être introduits dans la gaine pour inspecter le câble.

---

[8] L'ettringite est une espèce minérale, composée de sulfate de calcium et d'aluminium hydraté qui sert à réguler la prise du béton au moment de sa fabrication
[9] Par exemple, l'ultrasonic tomograph A1040 MIRA
[10] L'utilisation de source radioactive demande toutefois l'installation de zones de sécurité (évacuation des habitants).

Figure 13 - Évaluation semi-destructive : démolition soignée jusqu'au câble

La cinquième étape vise à connaître la tension résiduelle dans les câbles de précontraintes pour vérifier sa conformité à la tension théorique. Pour ce faire, un essai à l'arbalète est entrepris (figure 14). Il consiste à pratiquer une ouverture de 70 cm de large dans le plancher, puis à isoler un câble et à tirer sur celui-ci avec un vérin et à mesurer la courbe d'effort déformation. Cette méthode est calibrée en laboratoire : une bibliothèque de tous les câbles de précontrainte utilisés dans le monde depuis les années 1960 est disponible à l'institut national des sciences appliquées (INSA) de Toulouse. Il existe des courbes d'effort déformation pour chaque câble et chaque tension. Grâce à ces références, nous pouvons vérifier que la tension résiduelle mesurée est cohérente avec la tension théorique, en tenant compte du vieillissement de l'ouvrage.

Figure 14 – Essai à l'arbalète

Échanges avec la salle

De la salle (François CATILLON, architecte expert)
Quand un plancher précontraint a été abîmé par le feu, une fois les câbles remis en tension, quel béton faut-il utiliser pour réparer les sous-faces ? Faut-il employer une résine particulière ?

Marc BROUXEL
Mon exposé était axé sur l'étude de la précontrainte, mais auparavant, une étude est faite sur le béton (observations au microscope optique et analyses ultrasons) pour vérifier l'épaisseur du béton microfissurée. Le béton fissuré est enlevé.

De la salle (François CATILLON, architecte, expert Cour administrative d'appel de Bordeaux)
Quand les ferrailles sont apparentes, comment remettre un habillage en béton ?

Marc BROUXEL
Pour les gros volumes, on utilise généralement du béton traditionnel projeté par voie sèche, car le béton de réparation adhère très bien sur le béton sain (en plus du réancrage d'un nouveau ferraillage).

De la salle (François CATILLON)
Est-il possible de changer les aciers abîmés ?

Marc BROUXEL
Tout à fait, cela ne pose pas de problème. La figure 15 résume les différentes préconisations.

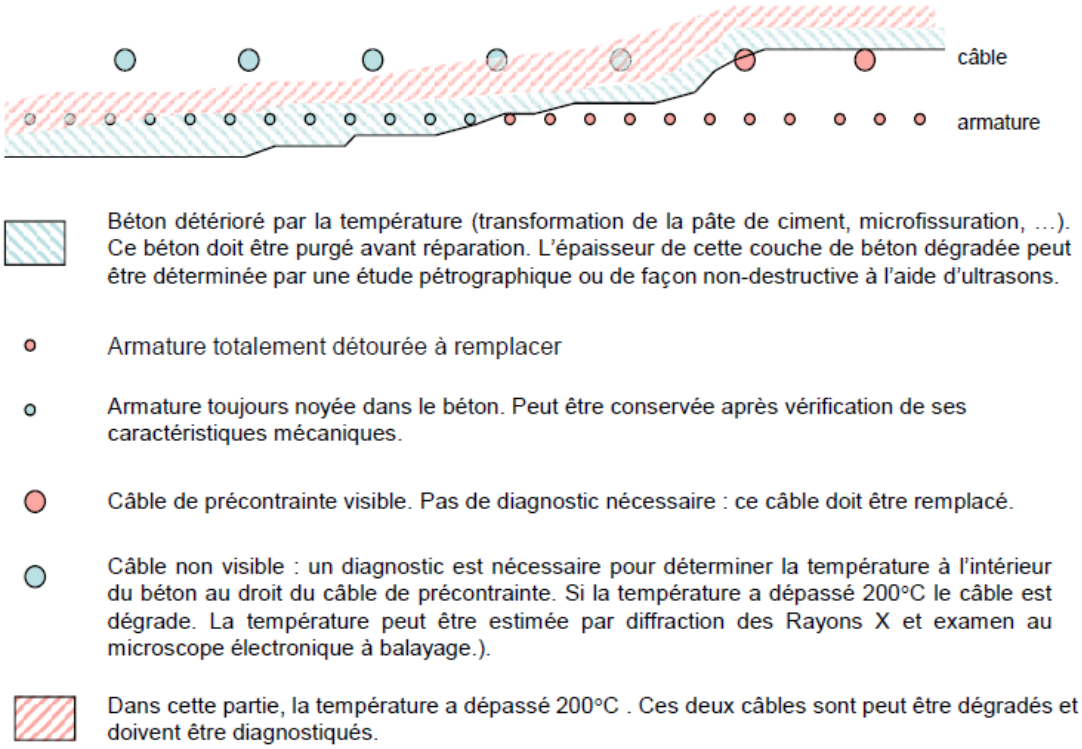

Figure 15 – Problématique spécifique incendie

De la salle (François CATILLON)
Comment placer un câble de tension sur un plancher déjà existant ?

Marc BROUXEL
Techniquement, c'est presque facile. Le schéma est le suivant : on procède à un carottage pour faire passer un câble dans le plancher sur toute sa longueur, on le met en tension, puis on coule du béton dans le trou.

Responsabilité des constructeurs et jurisprudence

Les règles juridiques applicables en matière de responsabilité des constructeurs

Maître Alexandra DECLERCQ

De façon schématique, la responsabilité des constructeurs[11] fait l'objet d'un double régime :

- la responsabilité contractuelle de droit commun (article 1147 du code civil) : la faute du constructeur doit être prouvée, lorsque les désordres soulevés, avant ou après la réception des travaux, ne relèvent pas de la garantie décennale. Dans ce cadre juridique, la problématique porte sur la preuve, la charge de la preuve et l'obligation de rapporter la preuve.

- le régime des garanties légales (article 1792 et suivants du code civil) qui fonctionne selon le principe de responsabilité de plein droit, donc de présomption de responsabilité. En post-réception de travaux, quand des désordres trouvés engendrent des dommages qui rendent impropre l'ouvrage à sa destination, la responsabilité des constructeurs est de fait engagée. La problématique est alors de savoir qui paie quoi, en d'autres termes, si la responsabilité est répartie entre les différents intervenants.

La responsabilité contractuelle de l'architecte

La responsabilité contractuelle de l'architecte

Dans le cadre de la responsabilité contractuelle de droit commun, la faute des constructeurs doit être prouvée. **Pour l'architecte, cette faute peut porter sur sa défaillance à l'obligation de conseil ou d'information**. En effet, l'architecte est tenu à un devoir de conseil envers le maître d'ouvrage. Il doit concevoir un projet réalisable, qui tient compte des contraintes de sol et de sous-sol, notamment les fondations de l'ouvrage, les problématiques de nappes phréatiques etc. L'architecte doit démontrer que ces études ont été faites ou apporter les raisons qui ont empêché leur faisabilité.

L'importance des écrits

Dans la plupart des dossiers pris en charge par les avocats, les éléments écrits font défauts. Or, le Tribunal statue sur pièce et se tient au périmètre d'intervention décrit dans les documents pour déterminer la responsabilité de chacun. Les écrits sont donc primordiaux.

Le principal élément qui fait défaut est le contrat de maîtrise d'œuvre ou le contrat d'architecte. Or, la responsabilité de tout intervenant est d'abord délimitée en fonction du cadre de sa mission et de son intervention. Ce contrat doit être complet et signé.

---

[11] Au sens de la loi, le terme constructeur englobe les architectes, les bureaux de contrôle, les entreprises de construction et les cabinets d'étude.

Ce contrat doit contenir :
- un Cahier des clauses particulières (CCP), paraphé et signé, qui fixe les dispositions spécifiques du contrat d'architecte et précise principalement la désignation et la qualité des parties.
- un Cahier des clauses générales (CCG), également paraphé et signé et contenant une clause d'exclusion de solidarité.

En effet, depuis quelque temps, nous disposons d'un moyen juridique : la clause d'exclusion de solidarité visée dans le CCG par l'article G 6 3-1, alinéa 2. Cette clause, permet, dans le régime de droit commun, dans le cadre d'un sinistre qui fait l'objet d'une procédure judiciaire qui aboutit à une condamnation à l'encontre des différents constructeurs, d'échapper à la chaîne de solidarité et donc aux condamnations *in solidum* prononcée à l'encontre de l'ensemble des constructeurs.

Auparavant, lorsqu'une condamnation était prononcée *in solidum*, le maître d'ouvrage avait loisir de choisir lui-même le (ou les) responsable(s) pour l'indemniser. Celui qui paie au-delà de sa quote-part peut récupérer le surplus payé en se retournant contre les autres coresponsables condamnés in solidum avec lui. En pratique, c'est souvent l'architecte, couvert par son assurance responsabilité civile obligatoire, qui est appelé à payer la totalité. À charge ensuite pour son assureur d'essayer de récupérer la quote-part avancée pour les autres coresponsables, mais ils s'avèrent souvent non-solvables. Cette chaîne de solidarité a des conséquences négatives pour les architectes en termes de taux de sinistralité, de taux de franchise et de prime d'assurance.

La clause d'exclusion de solidarité du CCG permet de casser la chaîne de solidarité humaine : la condamnation in solidum n'est pas prononcée et le maître d'ouvrage se retourne vers l'architecte uniquement pour obtenir la quote-part à laquelle il a été condamné.

Les autres écrits importants :
- le cahier des clauses techniques particulières (CCTP)
- les comptes rendus de chantier
- des avenants aux contrats pour cadrer des missions supplémentaires non définies préalablement dans le contrat

Si les missions complémentaires ne font pas l'objet d'un avenant, il faut prendre des précautions lorsqu'elles sont mentionnées dans les comptes rendus de chantier car les autres parties savent s'emparer de cette faille, lors d'une expertise judiciaire.

Une attention importante doit également être portée à la rédaction du Procès-verbal (PV) de réception. De plus, bien que l'architecte assiste aux opérations de réception, il ne doit pas être signataire du PV de réception, le signataire étant le maître d'ouvrage.

Échanges avec la salle

De la salle (Pascal FABRE, expert de justice au TGI d'Orléans)
Quels sont les écrits à fournir quand c'est une entreprise, et non un architecte, qui intervient ?

Maître Alexandra DECLERCQ
Sans contrat, il faut fournir le devis et la facture définitive.

De la salle
Le devis doit être signé et la facture acquittée pour que les compagnies d'assurances interviennent.

De la salle (Éric SCHNELLER, architecte, expert Cour d'appel de Rennes)
Les clauses générales ne sont-elles pas prises en compte si elles ne sont pas signées et paraphées page par page ?

Maître Alexandra DECLERCQ
Le CCG, en marché privé, dans l'optique de l'application de la clause d'exclusion de solidarité, doit être signé et paraphé.

Contrats pour travaux sur existants

La dernière version du contrat type d'architecte pour travaux sur existants a été publiée en janvier 2015 par le Conseil national de l'ordre des architectes (CNOA)[12].

Chahrazad TOMA-VASTRA
La version précédente de ces contrats types comportait trois phases :
- le relevé diagnostic
- L'étude préliminaire
- la conception du projet et la Direction des travaux (DET).

À présent, le contrat type est simplifié en deux phases :
Phase 1 Mission diagnostic, esquisse, Avant-projet sommaire (APS)
Phase 2 : Mission conception et travaux.

Maître Alexandra DECLERCQ
Aujourd'hui, la mission de diagnostic inclut :
- le relevé état des lieux incluant
    - les démarches pour accéder aux locaux
    - la vérification des documents graphiques fournis par le maître d'ouvrage
    - le relevé des ouvrages existants
    - le relevé des héberges
    - le relevé des désordres préexistants
    - la mission d'expertise technique
    - la représentation graphique des ouvrages existants
    - l'établissement du dossier photographique
- l'analyse de fonctionnement urbanistique et de la perception architecturale incluant :
    - la recherche historique
    - les règles et contraintes applicables à l'opération
    - l'examen des éléments architecturaux retenant l'attention
    - l'analyse urbanistique
    - la prise en compte des habitants et usagers
- l'analyse technique et architecturale incluant :
    - l'analyse des ouvrages
    - l'analyse pollution des ouvrages

[12] http://www.architectes.org/contrats-pour-travaux-sur-existants

- le rapport de synthèse et la faisabilité technique.

Chahrazad TOMA-VASTRA
Par ailleurs, l'analyse technique sur la voirie et les réseaux extérieurs porte sur les eaux usées, eaux-vannes, eaux pluviales, eau froide, eau chaude, gaz, électricité, téléphone etc.
L'analyse technique sur la structure porte sur les ouvrages suivants : les ouvrages de fondation, les structures verticales, les structures horizontales, les ouvrages d'étanchéité en terrasse, la charpente et couverture, les maçonneries etc.
L'analyse implique l'examen de capacité de charge, de la solidité des ouvrages et de leur stabilité au feu.

Échanges avec la salle

De la salle Olivier BOYER-CHAMMARD, architecte
Avec Xavier MENARD, j'ai la commission des contrats du CNOA, il y a une quinzaine d'années, qui est à l'origine de ses modèles. Il ne s'agit pas d'un contrat type mais d'un modèle de contrat. En effet, ces contrats ne sont pas faits pour être utilisés tel quel mais pour être adapté à la mission. En effet, dans le modèle de contrat précédant la mission de diagnostic n'était pas définie. **Nous avons donc souhaité limiter le plus possible la mission donnée aux architectes pour valoriser chaque élément individuellement et se décharger des éléments non prévus.**

Maître Alexandra DECLERCQ
En effet, un tableau permet de cocher les éléments inclus dans les missions diagnostic. Cependant, le flou dans la définition des missions peut aussi avoir un intérêt judiciaire.

De la salle (M. X)
Je trouve dangereux de cocher des items d'une liste. Une mission importante peut ne pas être cochée.

De la salle Olivier BOYER-CHAMMARD
Les architectes sont dans une situation économique compliquée, notamment parce que les contrats précédents sous-entendaient que les architectes étaient censés tous faire et répondre à tout, sans le moindre garde-fou juridique. La commission contrat du CNOA ne fait que préciser chaque jour davantage les missions des architectes pour que ces derniers limitent leurs responsabilités et vendent mieux leurs prestations. Si l'architecte ne dispose pas d'un support écrit pour expliquer sa mission, personne ne sait ce qu'il fait vraiment.

Maître Alexandra DECLERCQ
L'architecte a un devoir de conseil. Il a l'obligation de concevoir un projet réalisable. Il doit aussi tenir compte de contraintes économiques et financières.

De la salle (Claude BUCHER, architecte, expert agréé Cour de cassation)
Ces modèles de contrat ont été élaborés avec l'appui de la MAAF et de juristes. L'ensemble des sinistres et des litiges que subissent les architectes nous poussent à définir beaucoup plus en détail la mission de l'architecte.

La pratique judiciaire

Irène BENAC
Juge, vice-présidente de la septième chambre du Tribunal de grande instance (TGI) de Bordeaux

Le contrat est un élément primordial car il détermine les engagements et les responsabilités endossées par les architectes. Sur le plan juridique, il faut donc retenir la recommandation de Maître DECLERCQ de faire attention à ce qui est écrit dans les contrats. La responsabilité de l'architecte sera évaluée à l'aune des engagements qu'il a pris, comme tous les autres intervenants à l'acte de construire. En outre, l'architecte doit faire un diagnostic préalable car il a l'obligation de concevoir un projet réalisable et la recherche historique doit absolument être faite par le maître d'ouvrage, ce point doit bien être stipulé dans le contrat.

Le modèle détaillé de contrat du CNOA dresse une check-list qui permet de délimiter les engagements de l'architecte. Cette démarche est très pédagogique. Néanmoins, les magistrats s'aperçoivent souvent que les contrats d'architectes ne sont pas absolument pas remplis : même le choix entre les trois grandes options de rémunération[13] n'est souvent pas renseigné, alors je ne pense malheureusement pas que la partie diagnostic le sera.

Le magistrat examinera particulièrement la mission diagnostic qui, en général, pour les architectes est incluse dans la mission conception. Toutefois, si le maître d'ouvrage choisi de confier à SOCOTEC la mission diagnostic, le fait d'inclure cette mission dans la conception est discutable.

La mission solidité, normalisée et très restrictive, entraîne une responsabilité très limitée. En vous engageant dans un diagnostic de l'existant, vous prenez des risques. Il est important de ne vous engager que sur ce que vous pouvez réellement prendre en charge. Le diagnostic de l'existant met en jeu des compétences multidisciplinaires qui doivent être rémunérées.

Échanges avec la salle

- Le rôle des experts

Michel JEMMING
Président CNEAF

Les architectes experts peuvent intervenir en tant qu'experts judiciaires ou en tant que conseil de partie. Sous l'angle judiciaire, notre rôle est d'éclairer le dossier afin que le tribunal puisse prendre une décision. Quand nous conseillons une partie, nous l'aidons à trouver les arguments et à rassembler les pièces utiles à sa défense.

Irène BENAC
Sans preuve, le droit ne peut pas s'appliquer. Tout est simple quand un contrat clair est respecté car dans ce cas, il n'y a même pas de procès. Dans la pratique, les choses ne sont pas aussi simples, il y a, par exemple, des interventions supplémentaires de l'architecte, du constructeur etc. Les faits existent, mais se pose la question de la preuve. Si le CCTP a été signé, il n'y aura pas de discussion sur le contenu des prestations convenues. En réalité, dans

[13] Forfait, pourcentage et tarif horaire.

nos dossiers, nous retenons très souvent la preuve des prestations réalisées sur la foi de la facture, parce qu'il n'y a pas eu de CCTP. Le fait est donc suffisamment prouvé par l'existence de la facture et de l'ouvrage.

Dès qu'il faut discuter des preuves factuelles, un aléa est introduit dans la discussion. C'est dans ce cas que nous avons besoin des experts. Concernant les rapports qui leur sont soumis, les magistrats se posent la question de leur valeur probante. Ce qui manque à la force probante des entreprises comme la SOCOTEC, c'est le caractère contradictoire.

A priori un maître d'ouvrage, qui veut avoir la preuve de l'état des avoisinants n'a pas besoin d'un référé préventif, il peut demander à un huissier de faire un constat. Cependant ce dernier aura moins de valeur qu'un référé préventif contradictoire réalisé par un expert judiciaire.

Maître Alexandra DECLERCQ
L'huissier n'est pas un technicien, il n'émet pas d'avis technique sur ses constatations et le PV qu'il produit n'est pas contradictoire. L'expert judiciaire, quant à lui, bénéficie du principe d'impartialité qui fonde sa légitimité. Il a pour mission d'émettre un avis technique sur un sinistre afin d'éclairer le tribunal. Ce dernier est alors en mesure d'émettre un avis juridique. **L'expert judiciaire n'a pas à répartir les pourcentages de responsabilité entre les constructeurs.** Cette répartition relève de la seule appréciation souveraine des juges du fond après débat contradictoire entre les parties.

De la salle (Alain DELCOURT, architecte, expert Cour d'appel de Douai)
Certains juges préfèrent disposer de pourcentages dans nos rapports d'expertise.

Irène BENAC
Nous essayons de ne pas faire peser cet aspect sur les experts judiciaires. Nous attendons que leurs rapports soient très descriptifs et que les raisonnements soient expliqués.

De la salle (Christine MATHIEU, architecte, expert Cour d'appel de Bordeaux)
Effectivement, on ne nous demande pas de déterminer précisément les responsabilités, mais dans la mesure où nous avons déterminé les causes des désordres et du sinistre, on nous demande de donner des éléments techniques de nature à éclairer le juge sur les responsabilités des uns et des autres. J'ai donc personnellement l'habitude d'expliquer qui a fait quoi, ce qui peut amener le juge à déterminer qui est responsable de quoi.

Michel JEMMING, Président du CNEAF
Nos rencontres permettent de favoriser la rencontre entre experts architectes et experts conseils et favoriser la constitution de groupes régionaux d'architectes experts. Merci à tous pour la vivacité de vos discussions.

Sigles

AFNOR : Association française de normalisation
APS : Avant-projet sommaire
CCG : Cahier des clauses générales
CCH : Code de la construction et de l'habitation
CCP : Cahier des clauses particulières
CCTP : Cahier des clauses techniques particulières
CNEAF : Collège national des experts architectes français
CNOA : Conseil national de l'ordre des architectes
DDT : Dossier de diagnostic technique
DET : Direction des travaux
GPI : Gestion de patrimoine immobilier
INSA : Institut national des sciences appliquées
PV : Procès-verbal
QHSE : Qualité-hygiène-sécurité-environnement
TGI : Tribunal de grande instance
TRNJ : Tables rondes nationales jurisprudentielles

Compte rendu rédigé par :

averti, meetings & médias

Synthèse de la 154e TRNJ
10 juin 2016

© CNEAF 2016