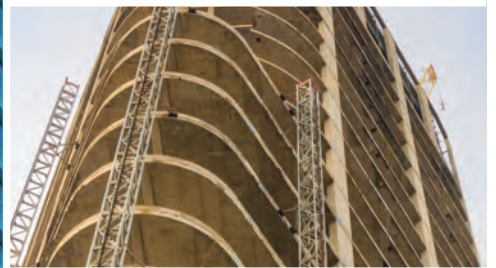




LES DALLES POST-CONTRAINTE CCL



SOLUTIONS SPÉCIALISÉES ET INGÉNIÉRIE DE STRUCTURES



www.cclint.com

02/03

**Libérer enfin
le potentiel de
votre structure,
en toute confiance...**

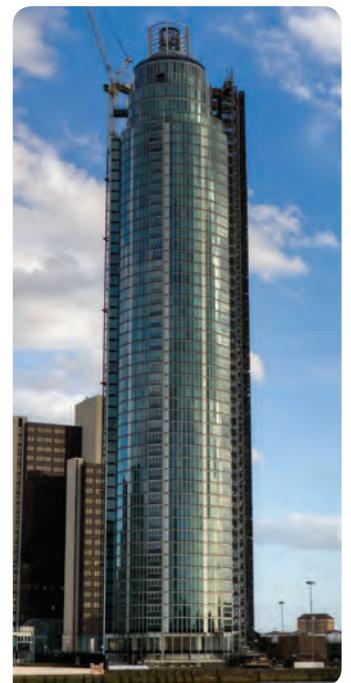
www.cclint.com

DES SOLUTIONS ÉTUDIÉES AVEC INTELLIGENCE

CCL étudie et propose des structures en béton post-contraint pour diverses applications dans le bâtiment et surtout dans les dalles. L'expérience et l'expertise gagnées à travers des projets exécutés mondialement sont mises à profit pour identifier rapidement des solutions optimales. CCL se sert de logiciels adaptés et mis à jour continuellement pour être en conformité avec les règlements de construction en vigueur.

Les spécialistes CCL mettent leur expertise à l'écoute des architectes et ingénieurs de structure au stade même de la conception pour déterminer la solution la plus appropriée aux spécificités de chaque projet en analysant et en comparant plusieurs alternatives. CCL peut fournir un concept complet avec toutes les informations nécessaires au chiffrage de l'affaire. Les plans d'exécution et les plans de détails sont développés directement par CCL avec l'entreprise de construction adjudicataire.

“L'expérience et l'expertise gagnées à travers des projets exécutés de par le monde sont mises à profit pour identifier rapidement des solutions optimales”



DES SOLUTIONS INTELLIGENTES

Les dalles post-contraintes CCL sont le résultat de développement continu suite à l'implication permanente de CCL dans les structures des bâtiments à travers le monde. Les systèmes CCL permettent des solutions innovantes aux préoccupations et exigences les plus courantes auxquelles font face les architectes, ingénieurs et constructeurs.

- Espaces ouverts à grandes portées sans appui intermédiaire gênant
- Planchers à sous-face plane sans partie en retombée donnant plus de flexibilité dans l'aménagement des espaces et dans le passage des réseaux et présentant des surfaces modulables qui s'adaptent facilement aux changements d'utilisation qui peuvent survenir durant la vie de l'ouvrage
- Epaisseur réduite des dalles pour plus de hauteur sous plafond ou moins de hauteur totale de l'édifice, avec la possibilité d'insérer des niveaux supplémentaires, sans dépasser les gabarits imposés par les autorités
- Plus de liberté dans la conception des formes et des trames
- Moins ou pas de joints de dilatation qui sont la source de beaucoup de problèmes
- Réduction et simplification du ferrailage et moins de béton à couler en œuvre
- Réduction de la complexité des coffrages, rapidité de décoffrage et accélération des cycles de réemploi
- Approvisionnement simplifié du chantier et manutention ne nécessitant pas d'engins de levage importants



DES AVANTAGES ÉVIDENTS

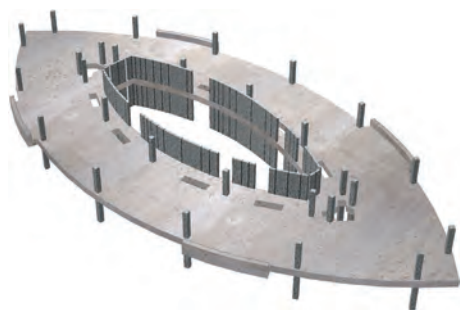
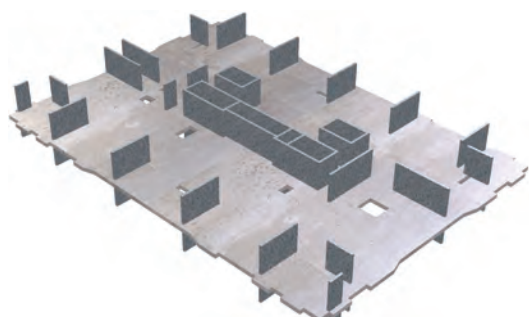
Les dalles post-contraintes CCL sont la solution de prédilection pour beaucoup d'architectes, ingénieurs et entrepreneurs de par le monde. L'utilisation intelligente de la technologie de post-contrainte par nos ingénieurs qualifiés donne des solutions adaptées à l'unicité de chaque cas de figure.

L'INTELLIGENCE ARCHITECTURALE

Les dalles post-contraintes CCL permettent une liberté exceptionnelle de conception comparée à celle permise par les systèmes constructifs usuels poussant plus loin les limites techniques du béton avec plus de portée, moins d'épaisseur, moins de poteaux et de murs, plus de porte-à-faux, géométries irrégulières et grandes variétés de formes pour des structures plus audacieuses et pour plus de surfaces exploitables.

LES OPPORTUNITÉS COMMERCIALES

Les dalles post-contraintes CCL sont d'une épaisseur réduite permettant d'augmenter les hauteurs sous plafond ou de réduire la hauteur de l'édifice donnant la possibilité d'insérer des niveaux supplémentaires pour améliorer l'impact foncier de la surface exploitable tout en respectant les restrictions éventuelles de hauteur totale imposées par les autorités.



UNE TECHNIQUE DANS LE SENS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Une dalle post-contrainte CCL utilise moins de béton (20% - 30%) et moins d'acier (30% - 40%) qu'une dalle traditionnelle équivalente. Cette économie de matériaux est associée à une économie de gaz à effet de serre (GES). De plus, durant la durée de vie de l'ouvrage, la réduction éventuelle de surface des façades est une réduction des surfaces d'échange thermique avec le milieu extérieur pour plus d'économie d'énergie. La réduction des quantités de béton a un impact direct sur le poids de la structure et par la suite sur la dimension des fondations.

DES STRUCTURES DE GRANDE FIABILITÉ

De par leur conception et leur principe de fonctionnement, les dalles post-contraintes CCL sont moins sujettes à la fissuration, ce qui leur confère plus de durabilité et leur nécessite moins d'entretien. En jouant avec le dosage de post-contrainte, les flèches sont mieux contrôlées allant jusqu'à la possibilité d'annuler les flèches dues aux charges permanentes pour un meilleur comportement en service.

UNE POPULARITÉ CROISSANTE

L'utilisation des dalles post-contraintes CCL est en croissance continue dans le monde en vue des avantages aussi évidents qu'importants qu'elles apportent aux utilisateurs, promoteurs, architectes, ingénieurs et entrepreneurs. Plusieurs millions de m² de dalles sont actuellement construites et ont apporté entière satisfaction à tous les intervenants dans leur construction et à leurs utilisateurs.

INTÉGRATION EN AMONT

Afin de profiter pleinement des avantages de cette technique, il est fortement conseillé de l'incorporer dans le projet dès les premières étapes de sa conception.

Réduction de hauteur de l'édifice		10	
10		9	
9		8	
8		7	
7		6	
6		5	
5		4	
4		3	
3		2	
2		1	
1			

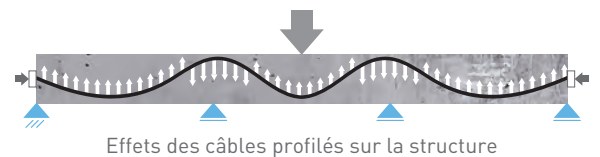
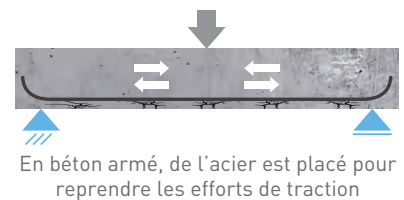
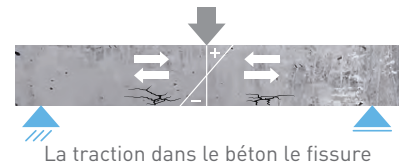
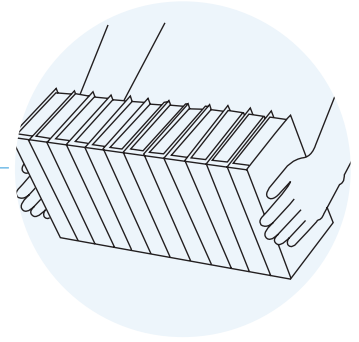
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La post-contrainte est un moyen efficace de surmonter la faiblesse naturelle du béton à résister aux contraintes de traction et d'utiliser à bon escient sa grande capacité à résister aux contraintes de compression.

Une analogie simpliste du principe de post-contrainte est celle du maintien en équilibre d'une rangée de bouquins en y exerçant une force de compression avec les deux mains. La compression confère à l'ensemble la capacité de résister à son poids propre sans se désintégrer.

Dans les structures en béton post-contraint, cette compression est créée en plaçant des câbles formés de torons à haute résistance dans l'élément à pré-contraindre avant son coulage. Quand le béton atteint une résistance suffisante, les torons sont mis en tension à l'aide de vérins hydrauliques spéciaux et sont alors attachés à des ancrages agréés fixés aux bouts de la structure. Ceci confère une compression qui s'applique aux extrémités de l'élément et qui augmente ainsi sa capacité à résister aux contraintes de traction.

En faisant suivre aux câbles tendus des tracés judicieusement choisis, ils induisent, en sus des efforts de compression aux extrémités, des efforts uniformément répartis verticaux qui viennent compenser une partie des charges appliqués en service, soulageant ainsi la structure et améliorant sa capacité portante.



TYPES DE DALLES

Les systèmes de dalles post-contraintes CCL peuvent être intégrés à tout type de dalles en béton: planchers-dalles directement appuyés sur les poteaux avec ou sans chapiteau, planchers nervurés ou gauffrés travaillant dans une seule ou dans les deux directions.



Planchers-dalles



Planchers-dalles avec sur-épaissements aux appuis



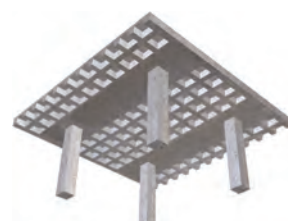
Planchers-dalles avec chapiteaux



Planchers-dalles à sur-épaissements



Dalles gauffrées avec panneaux pleins



Dalles gauffrées à bandes pleines



Planchers nervurés



Dalles pleines sur poutres à retombée

SYSTÈMES DE POST-CONTRAINTE

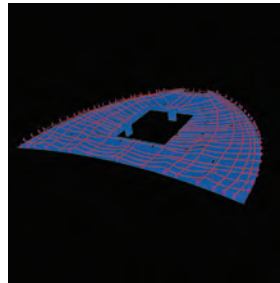
CCL dispose de systèmes de post-contrainte adhérents (câbles injectés au coulis de ciment) et non-adhérents (mono-torons gainés et graissés). Les deux systèmes font l'objet d'Agréments Techniques Européens (ETA) et peuvent être utilisés séparément ou simultanément dans la même structure dans un souci d'optimisation. Le choix du système dépend des particularités de chaque projet. Les spécialistes CCL sont disponibles pour discuter de la solution la plus adaptée à chaque cas.

EXÉCUTION

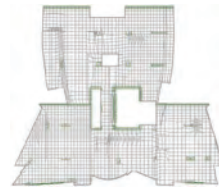
A l'exécution, CCL fournit le kit complet de matériaux et d'accessoires nécessaires aux câbles post-contraints et supervise leur mise en place dans la structure. Au besoin, l'équipe de CCL peut installer les câbles. Après coulage, les techniciens spécialisés CCL mettent en tension les câbles et les injectent si nécessaire.

ÉTUDES DE STRUCTURE

Les câbles de post-tension sont virtuellement remplacés dans la dalle par l'ensemble des efforts qu'ils exercent sur elle: de la compression sur le périmètre et des efforts répartis le long des câbles, dirigés vers le haut en travée et vers le bas sur appui.



Perspective des câbles



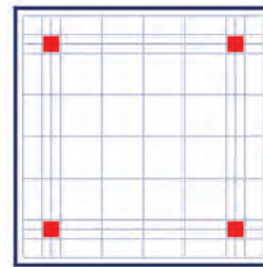
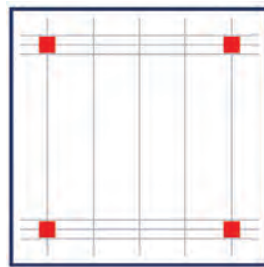
Maillage d'éléments finis



Distribution des contraintes

Des méthodes de calcul élastique diverses peuvent être utilisées pour déterminer les contraintes dans les dalles sous les charges de gravité et sous les charges équivalentes aux effets des câbles de post-contrainte; telle que la méthode des portiques équivalents ou d'autres méthodes utilisant les éléments finis. Les contraintes et les flèches données par l'analyse de la structure à l'état limite élastique (ELS) sont comparées aux valeurs admissibles réglementaires.

RÉPARTITION TYPE DE CABLAGE

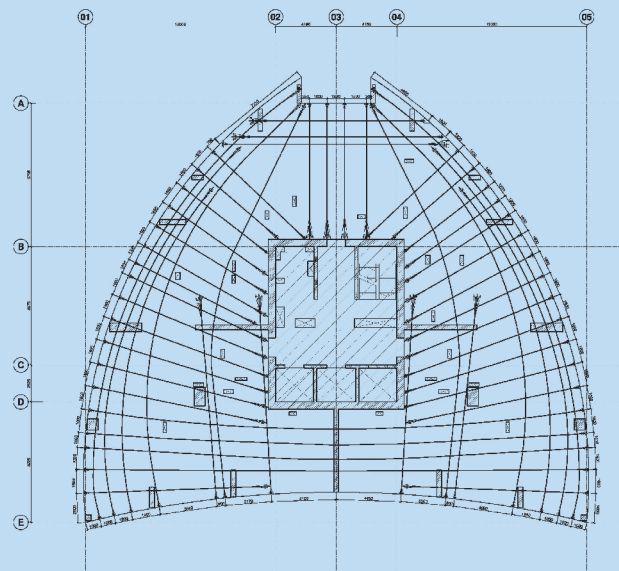


D'autres répartitions sont possibles selon les contraintes constructives et suivant la réglementation en vigueur.

Les sections critiques sont vérifiées à l'état limite ultime (ELU) et en cas d'insuffisance de la section d'acier disponible dans les câbles, de l'acier passif complémentaire est rajouté d'une manière très localisée en compensation. Le poinçonnement est vérifié, et en cas d'insuffisance, la section béton est augmentée ou bien des armatures d'efforts tranchants sont rajoutées; idéalement des armatures anti-poinçonnement CCL ShearTrack® sont spécifiées.



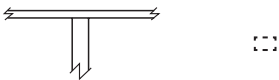
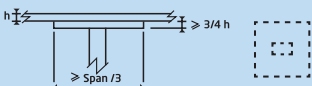
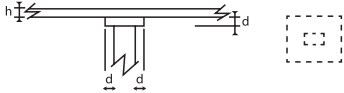
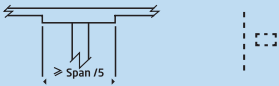
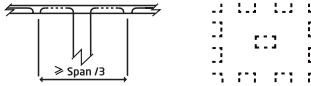


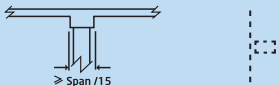
Une fois l'étude terminée, les plans d'exécution sont établis montrant: la géométrie de la dalle, la répartition et les tracés des câbles, les détails de l'acier passif, les forces de mise en tension et les allongements escomptés des torons.



CONFIGURATION TYPE DE CABLAGE

ÉLANCEMENTS TYPES

Le tableau suivant donne les élancements (portée/épaisseur) pour différents types de dalles à travées continues selon les portées et les charges.

Type de dalle	Charges Totales (hors poids propre) (kN/m ²)	Portée/Épaisseur Pour 6 m < L < 13 m*	
1. Plancher-dalle 	2.5 5.0 10.0	40 36 30	
2. Plancher-dalle épaissi sur appuis 	2.5 5.0 10.0	44 40 35	
3. Plancher-dalle à chapiteaux 	2.5 5.0 10.0	40 36 30	
4. Plancher-dalle à sur-épaississements 	2.5 5.0 10.0	Dalle 45 40 35	Poutre 25 22 18
5. Dalle gauffrée à panneaux pleins 	2.5 5.0 10.0	28 26 23	
6. Dalle gauffrée à bandes pleines 	2.5 5.0 10.0	28 26 23	
7. Plancher nervuré 	2.5 5.0 10.0	30 27 24	
8. Dalle pleine sur poutre à retombée 	2.5 5.0 10.0	Dalle 42 38 34	Poutre 18 16 13

* Des portées au-delà de ces valeurs sont certainement possibles. Appeler CCL pour plus de détails.
Ce tableau est basé sur des informations extraites du Technical Report 43 'Post-tensioned Concrete Floors'.

SYSTÈME À MONO TORON NON-ADHÉRENT

Le système CCL à mono toron non-adhérent est très rapide à mettre en œuvre; les câbles peuvent être facilement déviés pour s'accommoder aux géométries les plus irrégulières ou pour contourner les réservations dans les dalles. Dans ce système, les pertes par frottement sont réduites et les excentricités maximisées. L'injection n'est pas nécessaire.

Des torons à 7 fils et à très basse relaxation de 13 mm ou 15 mm de diamètre sont enduits en permanence de lubrifiant protecteur anti corrosion et enfermés dans une gaine en polypropylène à haute densité (PEHD) extrudée d'une manière continue sur le toron.

Les câbles sont placés dans la dalle selon des tracés spécifiques avant le coulage du béton.

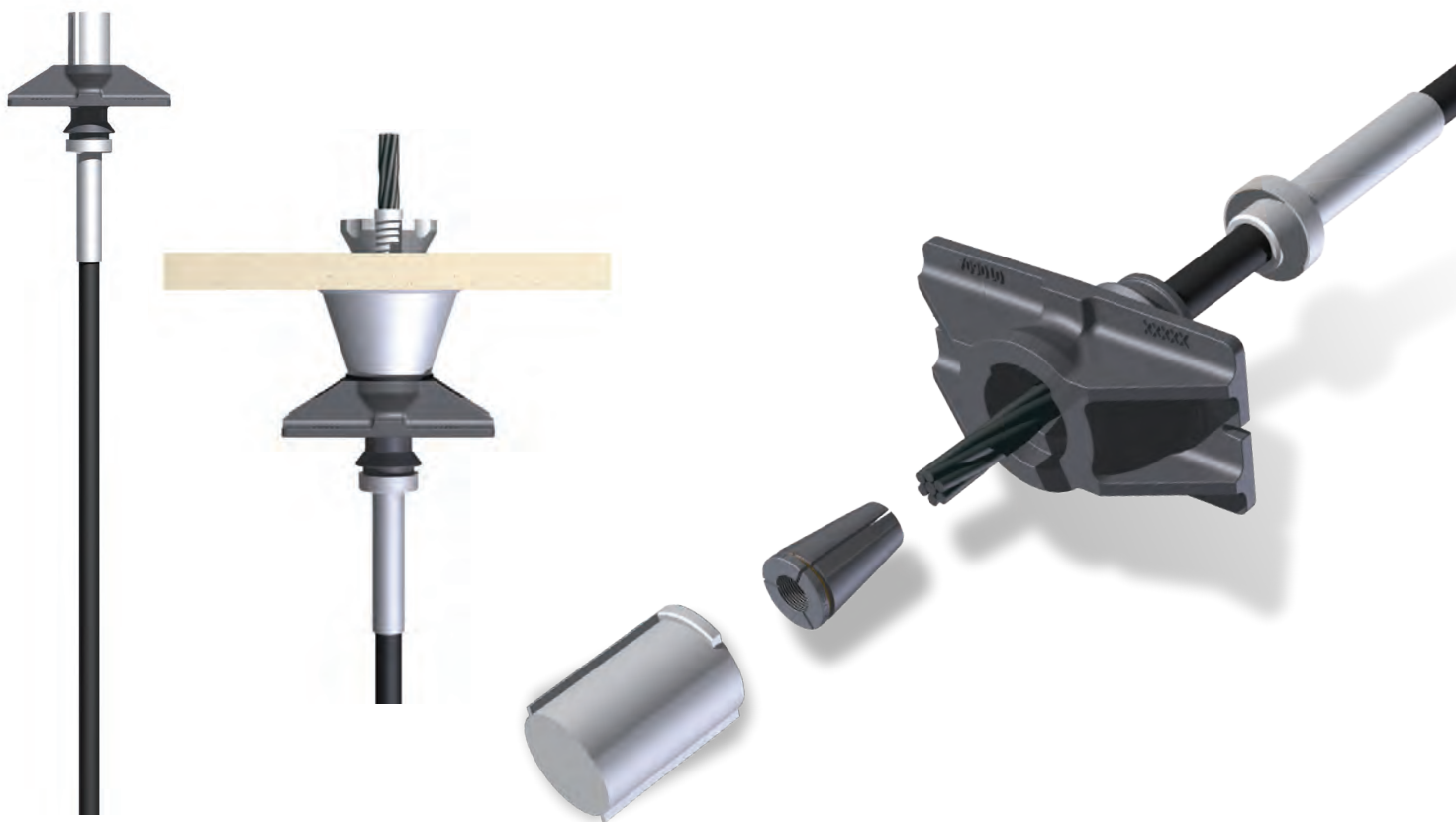
Le lubrifiant réduit le frottement et la gaine sépare le toron du béton qui l'entoure permettant ainsi leur mouvement relatif lors de la mise en tension. Le lubrifiant et la gaine protègent le toron à long terme de la corrosion.

Les torons sont attachés individuellement à leurs extrémités aux organes d'ancrages CCL spécialement conçus pour cette application et noyés dans le béton pour lui transmettre les efforts de compression après la mise en tension.

Des accessoires réutilisables facilitent la fixation des ancrages aux coffrages de rive des dalles. Des boîtes d'about sont placées en bout de dalle pour aménager un accès au vérin de mise en tension.

La mise en tension se fait à l'aide des vérins hydrauliques spéciaux CCL.

Des bouchons en plastique, remplis de lubrifiant anti corrosion, viennent cacheter le bout des torons après la mise en tension et la coupe des surlongueurs.



MISE EN OEUVRE DU SYSTÈME NON-ADHÉRENT

- Les torons gainés et graissés sont coupés à longueur et emboutis d'ancrages passifs selon le cas
- Le coffrage de la dalle est mis en place d'une manière traditionnelle
- Les emplacements des ancrages actifs sont marqués sur le coffrage de rive
- Les ancrages actifs sont fixés au coffrage de rive
- Installation éventuellement de la nappe inférieure de ferrailage
- Les câbles sont installés sur des supports selon les tracés indiqués sur les plans
- L'acier supérieur est placé au-dessus des appuis
- Le béton est coulé et vibré avec soin de manière à ne pas altérer les câbles
- Le coffrage de rive est enlevé en préparation à la mise en tension
- Les clavettes sont insérées à l'extrémité des torons qui sont marqués pour la mesure des allongements après la mise en tension
- La résistance du béton nécessaire au transfert de la force de précontrainte est vérifiée par écrasement d'éprouvettes (cylindres ou cubes) prises du même béton que la dalle et qui ont suivi le même cycle de cure
- L'équipement étalonné de mise en tension CCL est assemblé et calé à la force requise
- Les techniciens spécialisés CCL mènent l'opération de mise en tension selon la séquence prévue et vérifient les allongements
- La dépose du coffrage peut se faire immédiatement après la mise en tension
- Les surlongueurs des torons sont coupées à l'aide des cisailles CCL ou de meuleuses
- Les abouts des torons sont bouchés et les réservations d'abouts remplies de mortier sans retrait



SYSTÈME À MULTI TORONS ADHÉRENT

Le système CCL à multi torons adhérent comprend des unités de câbles de deux à six torons placés dans des gaines ovales nervurées métalliques ou plastiques et attachés à des ancrages plats CCL. Ceci permet de positionner les câbles le plus près possibles des fibres extrêmes de la section béton et d'augmenter au maximum leur excentricité.

Les câbles sont placés dans la dalle selon des tracés spécifiques avant le coulage. Les gaines qui séparent les torons du béton qui les entoure permettent leur mouvement relatif durant la mise en tension.

Les clavettes sont placées au bout des torons qui sont mis en tension individuellement à l'aide de vérins hydrauliques CCL.

Les gaines sont alors injectées d'un coulis de ciment afin d'assurer une adhérence totale des torons au béton à travers la paroi de la gaine tout le long du câble.

Le coulis d'injection crée un environnement alcalin autour de l'acier le protégeant en permanence contre la corrosion.

Les torons sont attachés d'un côté à un ancrage plat CCL et peuvent être laissés à nu à l'autre extrémité et rester noyés dans le béton sur une certaine longueur pour être ancrés par adhérence.

Le système adhérent CCL nécessite peu d'aciers passifs complémentaires à cause de l'adhérence des torons qui leur permet d'atteindre des contraintes de traction élevées à l'état limite ultime.



MISE EN OEUVRE DU SYSTÈME ADHÉRENT

- Le coffrage de la dalle est mis en place d'une manière traditionnelle
- Les emplacements des ancrages actifs sont marqués sur le coffrage de rive
- Les ancrages actifs sont fixés au coffrage de rive
- Installation éventuellement de la nappe inférieure de ferrailage
- Les gaines sont placées en raccordant des éléments de longueur standard
- Les torons en nombre nécessaire sont enfilés dans les gaines et coupés à longueur; les ancrages passifs adhérents sont confectionnés selon le cas
- Les événements d'injection sont installés et les gaines posées sur des supports selon les tracés prévus dans les plans
- L'acier supérieur, si nécessaire, est placé au-dessus des appuis
- Le béton est coulé et vibré avec soin de manière à ne pas altérer les câbles
- Le coffrage de rive est enlevé en préparation à la mise en tension
- Les têtes d'ancrage et les clavettes sont placées aux extrémités des torons
- Les surlongueurs des torons sont marquées pour la mesure des allongements après la mise en tension
- La résistance du béton nécessaire au transfert de la force de précontrainte est vérifiée par écrasement d'éprouvettes (cylindres ou cubes) prises du même béton que la dalle et qui ont suivi le même cycle de cure
- L'équipement étalonné de mise en tension CCL est assemblé et calé à la force requise
- Les techniciens spécialisés CCL mènent l'opération de mise en tension selon la séquence prévue et vérifient les allongements
- Les surlongueurs des torons sont coupées à l'aide des cisailles CCL ou de meuleuses et les réservations d'abouts remplies de mortier sans retrait
- La dépose du coffrage peut se faire immédiatement après la mise en tension
- Les techniciens spécialisés CCL mènent l'opération d'injection des câbles à l'aide d'équipements appropriés, cette tâche peut se faire en temps masqué



UNE QUALITÉ GLOBALE

CCL fonctionne à une échelle globale à travers un réseau de filiales et de partenaires afin d'assurer une proximité à ses projets dans le monde. Une combinaison d'indépendance, d'expertise, d'attention aux détails et d'intégrité fait de CCL un partenaire de prédilection pour vos projets.

CCL fonctionne selon un système de gestion de qualité ISO 9001. Ses kits de post-contrainte à haute performance sont conçus, fabriqués et testés au-delà des standards européens et américains les plus récents, ETAG 013 et AASHTO.



Créée en 1935, CCL a une longue histoire dans la fourniture de solutions et d'ingénierie pour les structures. Les produits, techniques et services de CCL sont utilisés tous les jours dans les bâtiments et les structures de génie civil dans le monde.

Sièges Régionaux:

Amérique

8296 Sherwick Court,
Jessup, MD 20794,
United States

T: +1 (301) 490 8427

E: cclus@cclint.com

Europe

Unit 8, Millennium Drive,
Leeds, LS11 5BP,
United Kingdom

T: +44 (0) 113 270 1221

E: cclgb@cclint.com

Pays du Golfe

Detroit House Building, Flat No. 201,
Motorcity, Dubai,
United Arab Emirates

T: +971 (4) 454 23 42

E: cclgulf@cclint.com

F: +971 (4) 454 23 43

Afrique et Moyen-Orient

Derviche Haddad Building,
Zouk Mosbeh, Beirut,
Lebanon

T: +961 (09) 22 60 44

E: cclme@cclint.com

F: +961 (09) 22 60 77



Les spécifications, les informations et la performance des produits fabriqués par CCL et présentés dans cette brochure sont élaborées en bonne foi et considérées comme étant correctes. Certains détails risquent d'être modifiés sans préavis. CCL n'assume aucune responsabilité ou garantie quant à l'exhaustivité ou à l'exactitude des informations. Les informations sont fournies sous condition que les personnes qui les reçoivent s'assurent que ces produits conviennent aux fins pour lesquelles ils sont utilisés. CCL ne pourra en aucun cas être tenue responsable de n'importe quel dommage du fait de l'utilisation des informations comprises dans ce document. CCL n'assume aucune responsabilité liée à n'importe quelle erreur ou omission de sa part.
CCL.01/2017