**REPUBLIQUE DU CAMEROUN REPUBLIC OF CAMEROON**

**PAIX- TRAVAIL- PATRIE PEACE – WORK-FATHERLAND**

**MINISTERE DE L’ENSEIGNEMENT SUPERIEUR MINISTRY OF HIGHER EDUCATION**

**INSTITUTE SUPERIREUR DE TECHNOLOGIE AVANCEE** **HIGHER INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY**



**THEME :**

RESTRUCTURATION ET REPARATION DES STRUCTURES EN BETON CAS D’UN PLAIN PIED A PK8

RAPPORT DE STAGE ACADEMIQUE

SESSION 2020-2021

**CHALLENGE WORKS sarl**

Encadrer par :

Encadreur académique Encadreur professionnel

M. KOMBE M. TAGNE ARNAUD

# DÉDICACE

A MA TENDRE FAMILLE

# REMERCIEMENTS

Je ne saurai commencer la rédaction de ce rapport de stage sans toutefois en premier lieu témoigner ma gratitude envers tous ceux qui ont de près ou de loin été une aide et qui ont contribué à ma réussite durant cette année scolaire. C’est dans cette même optique que je tiens à remercier le bon Dieu qui m’a fortifié chaque jour pendant tout mon parcours scolaire. Et ensuite vers ces personnes ci-après :

* Monsieur LOUIS-MARIE DJAMBOU pour avoir créé ces instituts qui permettent de former des milliersd’étudiant en vue de facilite leur intégration dans la vie active et sociétale.
* Mon encadreur académique Mr KOMBE pour ces précieux conseil qui m’ont permis d’élaborer ledit rapport de stage.
* Mme DJOFANG HERMINE pour la protection maternelle dont elle m’a fait grâce dès mon entrée dans cette institution.
* Le directeur M. TAGNE Arnaud pour m’avoir permis de faire mon stage au sein de sa société.
* Mon encadreur professionnel HERNESS KAFFO,
* A mon père chérie ANDRE NJIAWOUO MARCEL ma source d’inspiration pour son amour et son soutient sans fin.
* A ma Méré POUALEU MARIE CHRISTINE pour son amour, son sacrifice et sonsoutien.
* A mes frères et sœurs (Orlandine, Loretta et Adrien)
* A. mes amis Walter et horlane pour leur soutien et leur affection
* A ma promotion génie-civil.
* A mes amis stagiaires.
* Mes camarades de promotion.
* Sans oublier de remercier ma famille et tous mes proches amis (es) pour leurs soutiens morauxet matériels durant ma formation.

# AVANT PROPOS

L'Institut Universitaire du Golfe fut créé au cours des années 1993 et n'était constitué que de l'Ecole Supérieure de Gestion et au fi1 du temps de son existence elle s'est dotée des écoles supplémentaires pour palier à la demande croissante dans l'enseignement supérieur et de proposer une formation rigoureuse et d'autres. Elle forme les jeunes bacheliers et les titulaires du GCE A/LEVEL et d'autres diplômes reconnus équivalent par le Ministère de l'Enseignement Supérieur aux diplômes ci-après : Brevet de Technicien Supérieure (BTS), Higher National Diplôma (HND), Diplôme Supérieur d'Etudes Professionnelles (DSEP), Licence et Master démoralisés grâce à la coopération avec certaines universités internationaux, Licence professionnelle et Professional Bachelor's dégrées nationaux sous le parrainage des universités de Dschang , Buea, N'Gaoundéré et Bamenda .

L'objectif recherché est de faire de ces diplômés des personnes aptes à s'insérer directement dans la vie professionnelle

* L'Ecole Supérieure de Gestion (ESG) qui a été créée par arrêté ministérielle N°78/j2/2656/MINESUP/SCAFES Du 10 septembre 1993 qui forme les étudiants de divers cycles des filières de gestion commerciale et de la communication.
* L'institut des Sciences Appliquées (lSA) crée pour former les étudiants dans les filièresmédicales et pharmaceutiques.
* Institut supérieure des Technologies Avancées (ISTA) qui a été créé sur autorisation ministériel N005/022 et 05/0038 /MINESUP du 12 Janvier 2005 et forme les étudiants dans les filières industrielles telles que :
* Electrotechnique (ET)
* Electronique (EN)
* Froid et Climatisation (FC)
* Informatique Industriel (II)
* CS Maintenance des Systèmes Informatique (MSI)
* Maintenance Après-vente Automobile (MAVA)
* Télécommunication (TEL)
* Génie Logiciel (GL)
* Réseaux et Sécurité (RS)
* Travaux Publics (TP)
* Bâtiment (BA)

L'étudiant qui aura choisi l'une des spécialités ci-dessus suivra une formation sur deux ans au bout de laquelle, il présentera l'examen national de brevet de technicien supérieur (BTS) et chaque étudiant doit obligatoirement effectuer un stage dans une entreprise durant 02 mois au terme duquel il présentera un rapport de fin stage et ceci selon le thème choisi visant l'amélioration d'un défaut majeur constaté dans le cadre du travail.

Les stages offres une valeur ajoutée à l’étudiante de L’ISTA et lui permet de se familiariser au monde professionnel ; c’est dans ce sens qu’il est amené à s’adapter à une communauté différente.

C’est dans cette optique que nous avons effectué notre stage académique a l’entreprise GLOBAL ENGINIEERING CONCEPT AND SERVICES situéà AKWA pendant la période (20 JANVIER 2020) au (21 MARS 2020) c’est après cet apprentissage que nous avons opté de nous appesantir sur LA RESTRUCTURATION ET LE RENFORCEMENT DES STRUCTURES EN BETON CAS D’UN PLAIN PIED A PK8.

# RESUME

L’objectif de notre formation est de pouvoir développer des compétences efficaces et performantes afin de répondre favorablement aux critères de sélection du monde professionnel et de l’emploi. Dans le cadre de l’adéquation formation ou encore celui de la théorie à la pratique une formation sur le terrain de l’emploi est indispensable pour compléter les enseignements magistraux dispensés par nos enseignants à l’aspect pratique ; c’est donc la raison pour laquelle nous avons effectué un stage de 2(mois) à l’entreprise (GLOBAL ENGINEERING AND SERVICES). En effet l’entreprise ayant la charge de faire une reprise en sous œuvre d’une maison familial en plain-pied que le maitre d’œuvre voulait agrandir pour des besoins d’espace et de confort en duplex. Nous arrivons à point nommé juste au moment du ravitaillement en matériaux, pour l’exécution des travaux ; de là nous vint le choix de notre thème intitulé **restructuration et renforcement des structures en béton cas d’un plain-pied à pk8.**

# ABSTRACT

The objective of our training is to be able to develop effective and efficient skills in order to respond favorably to the selection criteria of the professional word and employment. As part of the training match or that of theory to practice, on-the-job training is essential to complete the formal lesson given by our teachers on the practical side; this is the reason why we did a 2 (month) internship at the company (CHALLENGE WORKS sarl). In deed the company having the responsibility of making a recoveryunder construction of a family house on the ground floor that the project manager wanted to enlarge for the needs of space and comfort in duplex. We arrive at the right time just at the time of refueling. Materials, for the execution of the work, the choice of our theme entitled **“restructuring and reinforcement of concrete structures one level at pk8”.**

# INTRODUCTION GENERALE

Dans son souci majeur de produire des techniciens supérieurs hautement qualifié dans l’ensemble de ses fichiers notamment le Génie-civil (GC) option bâtiment qui est la nôtre ; l’institut universitaire du golfe de guinée (IUG) à travers son service de stage et de l’insertion professionnel offre à chaque étudiant un stage académique en entreprise d’une durée de deux(2) mois .c’est ainsi que en dépit de la crise sanitaire appelé corona virus nous avons eu l’opportunité d’exercer le nôtre au sein de l’entreprise CHALLENGE WORKS SARL durant une périodes allant du (20 JANVIER 2020) au (21 MARS 2020) pour la transformation d’un plain-pied en duplex, au cour de cette fabuleuse expérience nous avons fait face à certaines réalités et difficultés du monde professionnel. Au terme du dit stage ; chaque étudiant devra rédiger un rapport relatif à tous les exercices pratiqués durant cette période. Telle est la raison d’être du présent rapport dont le thème est <<RESTRUCTURATION ET RENFORCEMENTDES STRUCTURES EN BETON CAS D4UN PLAIN PIED A PK8 >>. Compte tenu du temps qui nous était imparti-il ; il fallait au plus vite couler la dalle avant l’arrivée des saisons de pluie. Pour mieux examiner notre thème, nous allons subdiviser notre travail en deux grandes parties. La première partie intitulé cadre du stage et approche conceptuelle du thème nous permettra de présenter **CHALLENGE WORKS SARL** et son secteur d’activité et l’approche conceptuelle du thème. Et la deuxième partie intitulée la mise en œuvre la mission nous permettra d’examiner l’illustration pratique et le bilan durant notre stage.

# **PREMIERE PARTIE : PRÉSENTATION DE L’ENTREPRISE ET DEROULEMENT DU STAGE**

Cette première partie est centrée sur deux grands chapitres à savoir : l’entreprise et son secteur d’activité.

# CHAPITRE I : L’ENTREPRISE ET SON SECTEUR D’ACTIVITE

## SECTION 1 : PRESENTATION DE L’ENTREPRISE

### Historique

CHALLENGE WORKS conseil et contrôle est une initiative personnelle de son Directeur Général, Monsieur TAGNE Arnaud, Ingénieur de génie civil, qui avait pensé mettre sur pied une structure qui non seulement lui permettrait de mettre à la disposition des hommes tout son savoir-faire, son talent reçu la grande école d’ingénierie, mais être aussi au côté de son pays en participant à la lutte contre la pauvreté.

À sa création, le créateur, ne disposant pas assez de moyens matériel et financier, se contentait juste à étudier quelques petits projets (villas et duplex) et à l’établissement des permis de bâtir ; il évoluait ainsi seul dans un petit cabinet situé face stade omnisport à Yaoundé. Peu à peu, celui-ci gagnera de projets plus ou moins capital, souci pour lui de faire appel à un dessinateur manuel. Il est à noter ici que la nouvelle technologie du DAO (dessin assisté sur ordinateur) n’avait pas encore fait son apparition dans notre pays. Ainsi les petits projets étaient dessinés à la main. Dix années plus tard, vu le nombre croissant de petits projets, l’auteur sentit pour lui la présence d’avoir une secrétaire. Il évoluera ainsi jusqu’en 2007, année ou des nouvelles technologies informatiques sont en pleine expansion, notamment le D.A.O et le tout puissant logiciel de calcul de structure en abrégé ROBOT BAT. Vu la consistance des petits projets et l’entrée peu à peu dans des grands projets (immeubles). Le créateur se verra l’obligation de recruter en son sein des ingénieurs de conception en génie civil et techniciens supérieurs dans le même domaine. C’est ainsi qu’il ne se limitera plus seulement à la conception et permis de bâtir, mais va étendre ses ambitions en offrant son expertise à sa clientèle par un contrôle de ses ouvrages pendant la réalisation de ceux-ci. C’est ainsi qu’il regroupera en son sein des dessinateurs, des ingénieurs, des techniciens supérieurs, des métreurs, des secrétaires, des comptables et des maintenanciers pour ainsi l’aider à cette lourde tâche. C’est ainsi que le cabinet se déportera pour le quartier Bastos sis à Yaoundé où le créateur lui dotera locaux plus spacieuse. CHALLENGE ajoutera devant son sigle l’étiquette B.E.A.T qui signifie Bureau d’Étude et d’Assistance Technique.

### Fiche Signalétique

Tableau 1: Fiche signalétique

|  |  |
| --- | --- |
| **Nom de la société** | **CHALLENGES WORKS Sarl** |
| **Date de création** | 1997 sous le nom de CHALLENGE WORKS CONSEIL ET CONTRÔLE devenu CHALLENGE WORKS Sarl en 2007 |
| **Localisation** | Pays : CAMEROUN ; Région : LITTORAL ; Ville : DOUALA ; Département : WOURI ; Quartier PK9 |
| **Directeur Général** | M.TAGNE Arnaud |
| **Contact** | Tel : **233 371 398 /699 471 526**  **BP : 12494 Douala CAMEROUN**  Email : challengeworksbtp@yahoo.fr |
| **Domaine d’activité** | Bâtiments, Travaux publics ; projet de construction en génie civil ; ouvrage d’art ;  bâtiments multifonctionnels ; installations industriels ou d’équipement |
| **Organisation** | Direction générale ; Secrétariat ; Service comptable ; Métreur ; direction des études ; Direction de contrôle |
| **Forme juridique** | Société à responsabilité limité (SARL) |
| **Numéro du contribuable** | **M010700023160Q** |
| **Registre de commerce** | **RC/DLA/2007/B/485** |

### Organigramme de l’entreprise

Figure 1: organigramme de l'entreprise

DIRECTEUR GENERAL

SERVICE COMPTABILITE

SECRETAIRE

MAINTENANCE

DIRECTION DES ETUDES

METREUR

DIRECTION DU CONTROLE

INGENIEUR EN CHEF

DESSINATEUR

INGENIEUR° 2

INGENIEUR N° 1

TECHNICIEN DE SUIVI

INGENIEUR DE SUIVI

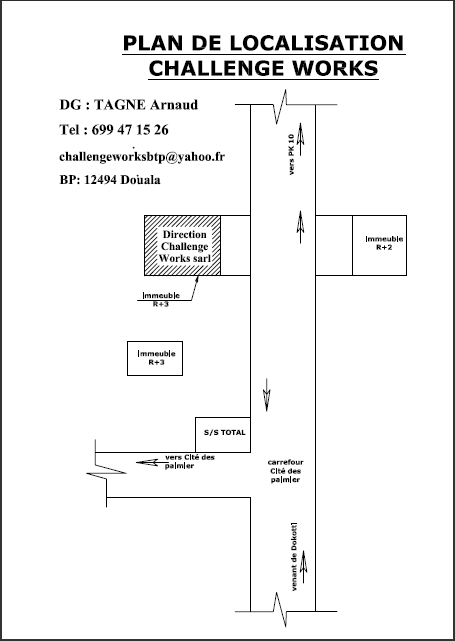


Figure : Localisation Challenge Works

### Objectifs

Objectif global : **Contribuer à l’amélioration des prestations de qualité dans les domaines du Génie-Civil**

Objectif spécifique :

* Construction bâtiment travaux publics (structure en BA et Métallique)
* Bureau d’étude
* Consultation et expérience
* Représentation de services divers
* Représentation des firmes et marques étrangères
* Import et export, commerce général
* Artisanal

**La prestation de service**

Malgré sa jeunesse, elle démontre son savoir-faire à travers plusieurs projets de conception et de réalisation dont certains en cour d’exécution et d’autres déjà terminés notamment :

* Le projet de conception et de réalisation d’un R+2 à yassa
* Le projet de conception d’un R+3 à Dakar
* Projet de construction d’un duplex au lieux dit Yabassi – pk 33

### LISTE DES PARTENAIRES

Tableau 2: Liste partenaires et clients

|  |  |
| --- | --- |
| **Partenaire /clients** | **Activité** |
| Société SAMEN ET FILS | Étude et réalisation d’un hôtel Douala pk12(en cours), Étude et réalisation d’une usine de transformation de café-cacao à Nkongsamba sur 1,5ha (en cours), Étude et réalisation de plusieurs immeuble pour le compte de son promoteur |
| Société STS (entreprise Tunisienne basée à Douala Akwa) | Sous-traitance dans divers corps d’état dans la phase second –œuvre de la construction de ´´SAMS HÖTEL´´. |
| Institution universitaire de la cote (IUC) | Encadrement et suite des étudiants au travers des stages et séminaires |
| Étude et réalisation de nombreux projets pour le compte des personnes privées dans plusieurs régions du Cameroun | |
| Étude et montage de dossier technique pour le compte de nombreux projets financés par le Crédit Foncier du Cameroun (CFC) et de nombreux autres organismes financiers | |

**CHALLENGES WORS Sarl compte aussi parmi ses partenaires de nombreux fournisseurs de quincaillerie et importateurs.**

## SECTION 2 : le stage et son déroulement

Ce chapitre est consacré au déroulement du stage exécuté pendant la période allant du 20 JANVIER 2020 au 21 MARS 2020 suivant un ordre et un chrono d’exécution des différents travaux sous le suivie de tous les intervenants.

#### JOURNAL D’ACTIVITE

* Accueil

A notre arrivé au site, nous furent étonner de constater une maison en parfait état dont le maitre d’ouvrage voulais transformer des que nous l’expliquâmes notre étonnement il apporta aussitôt des réponses en effet pour des raison de confort vue que sa famille était déjà assez grande du coup la maison était moins spacieuse et par rapport à la toiture qu’il fallait renouveler vue qu’il fuitait de partout il a trouvéJust et même avantageuse de faire d’une pierre deux coup en reconstruisant et renforçant l’habitat suite à ces explication notre arrivé fut très chaleureuse et cordiale la visite fut brève ce qui marqua le début de notre formation

* TACHE EFFECTUER.

Ici sera répertorié dans un tableau le période les activités que nous avons menées au cours de notre stage académique.

|  |  |
| --- | --- |
| PERIODE | ACTIVITES |
| Du 20 janvier au 25 janvier2020 | Arrivé sur le site du chantier au quartierPK8 à DOUALA puis nous avions procédé au nettoyage du site et le stockage des matériaux dans l’entrepôt ; ferraillage des armatures semelles et poteaux |
| Du 27 janvier au 01 FEVRIER 2020 | -Repérage des semelles externes (façade gauche)  -Démolition partielle du mur spécifiquement pour les poteaux à l’aide d’une moelle électrique  -réalisation des fouilles des semelles  -coulage des semelles et amorces des poteaux (façade gauche)  -réalisation des poteaux |
| Du 03 février au 08 février 2020 | -repérage des semelles arrière (façade arrière)  -démolition partielle du mur arrière pour prolonger la salle à manger  -réalisation des fouilles des semelles  -coulage des semelles et amorces des poteaux (façade arrière)  -réalisation des poteaux |
| Du 10 février au 15 février 2019 | -démolition du balcon et de la véranda de l’ancienne bâtisse - -repérage des semelles avant (vue de face)  -réalisation des fouilles des semelles  -coulage des semelles et amorces des poteaux (façade principale)  -réalisation des poteaux |
| Du 17 février au 22 février 2019 | -repérage des semelles (façade de droite)  -démolition partielle du mur  -réalisation des fouilles des semelles  -coulage des semelles et amorces des poteaux  -réalisation des poteaux |
| Du 24 février au 29 février 2020 | -enlèvement totale de la toiture  -réalisation des poteaux porteurs et décoratif intérieur  -maisonnerie et chainage  -préfabrication des poutrelles  - ravitaillement en matériaux (ciment, entrevous, parpaing ferraille, fils d’attache gaine et tuyaux pour la canalisation et l’électricité) |
| Du 02 mars au 07 mars 2020 | * Préparation du plancher (pose des lisses de rive ; pose des poutrelles, la mise en place des étais, la pose des entrevous, préparation du mortier, pose des planelles, mise en place des treillis soudés, mise en place des chainages périphériques, mise en place des armatures en chapeau et en continuité) * Passage des gaines et des tuyaux de la canalisation (électricité et plomberie) * Préparation de la cache d’escalier * Coulage du béton (plancher et cache d’escalier) |
| Du 09 mars au 14 mars 2020 | * Nettoyage du site * Raccord |
| Du 16 mars au 21 mars 2020 | Fin du stage. |

Figure 3 : journal des activités

# **DEUXIEME PARTIE : MISE EN ŒUVRE PRATIQUE DANS L’ENTREPRISE DE STAGE**

## **I-GENERALITES**

La réparation et le restructuration des ouvrages endommages ou pas constituent assurément l’un des problèmes les plus délicats que rencontre actuellement le domaine de la construction dans notre pays.

### 1-Definition

#### -la réparation

La réparation d’une construction est une opération qui consiste à lui restituer. Par des travaux appropries un niveau de service perdu. La baisse du niveau de service peut résulter de toutes sortes de causes : les plus fréquentes sont

-ladégradation progressive des propriétés des matériaux (agressions atmosphérique, modification des propriétés des matériaux)

-l’utilisation intensive (effet de la répétition des charges)

-l’utilisation abusive (utilisation au-delà des charges prévues)

-les accidents et sinistres (chocs, incendies séismes etc…)

#### b) -la restructuration

Le restructuration est une opération qui consiste à modifier la structure du bâtiment en vue de répondre à de nouveaux objectifs ou encore elle consiste à augmenter le niveau de service d’une construction non prévues a l’origine ou de lui procurer une protection suffisante contre des sollicitation dont il n’a pas été tenu compte dans les calculs (le séisme par exemple)

Une restructuration peut être associe à une réparation car ils ont pour même but de modifier la structure pour lui donner une nouvelle destination d’exploitation avec une augmentation des charges d’exploitation

### 2-Préparation d’une opération de réparation et /ou de restructuration

La démarche générale à suivre dans tous les cas comporte les actions suivantes

* Etudes de l’état de la construction à réparer ou à renforcer
* Définition des objectifs à atteindre
* Choix des moyens et méthodes à utiliser
* Etude détaillée de l’opération

Les deux premières actions ont une grande importance et leur exécution conditionne le succès de l’opération.

## **II-Les Etapes de restructuration d’un bâtiment**

Selon la structure du bâtiment et la nature du terrain sur lequel sera réalisée la construction, il existe divers opération préliminaire à effectuer avant la restructuration proprement dite ;

### A- le renforcement du sol

Pour le sol liquéfiable.

* Consolidation statique : injection (mise en place du tube d’injection + compactage horizontale statique en introduisant sous pression un mortier visqueux + compactage par colonnes alternés)
* Consolidation dynamique (chute libre des pilons de dizaines de tonnes)
* Compactage par vibroflottation applicable pour les sols granulaire, non cohérents (création des cavités + remplissage de sable ou gravier)
* Colonnes ballastées (mise en place de colonnes de graviers)
* Pré chargement

Pour les sols susceptibles de se tasser

* Substitution en surface (profondeur à traiter inferieur à 3ou 4m)
* Toutes les méthodes déjà citées pour le sol liquéfiable

Pour les sols rocheux fracturés

* Par remplissage (injections des cavités par du gros béton) le traitement est valide pour les cavités vides de tous matériaux si non on chasse les matériaux indésirables
* Injection des failles et fractures (faibles verticales)
* Clouage (failles horizontales)

Renforcement par augmentation de la surface d’appui

Cette technique est préconisée quand la surface d’appui de la semelle n’est pas suffisante notamment quand le sol va être surchargé. On procède alors à l’augmentation de la surface d’appui lors du renforcement.

* **Sur semelles filantes**

Si on peut accéder à tous les côtés des semelles filantes, il faut alors faire passer de place en place, sur la fondation existante, des traverses. Des [longrines](https://maconnerie.bilp.fr/spip.php?mot288) en [béton armé](https://maconnerie.bilp.fr/spip.php?mot59) seront ensuite placées à chacune des extrémités qui longent la fondation existante. A noter que la largeur de chaque longrine est fonction de la surface ainsi que celle de la semelle existante.

* **Sur** [**semelles isolées**](https://maconnerie.bilp.fr/spip.php?mot424)

Dans le cas d’une semelle en béton, le renfort consiste à placer un corset de béton armé. En retirant le béton, le nouveau béton sera serré sur le noyau intérieur du béton ancien. Ce dernier sera repiqué à la surface pour une bonne liaison entre les deux bétons.

Renforcement par report des charges en profondeur

Quand il n’est pas possible d’élargir ou d’améliorer le sol ou quand il est utile de réaliser un approfondissement jusqu’à une partie plus résistante, le renforcement par report des charges en profondeur est utile.

* **Par puits alternés**

Cette méthode est requise pour les terrains à superficie faible. Pour commencer, on procède à une [excavation](https://maconnerie.bilp.fr/spip.php?mot202) à parois verticales puis à un [étaiement](https://maconnerie.bilp.fr/spip.php?mot198) de la fouille pour repérer les fondations du bâtiment. Par la suite, on creuse des puits jusqu’à la profondeur adéquate aux normes de [sécurité](https://maconnerie.bilp.fr/spip.php?mot421). Enfin, on bétonne les puits. A noter que cette méthode n’est pas recommandée quand il y a présence de nappe phréatique dans le sol, au risque d’éboulement.

* **Par** [**tranchées**](https://maconnerie.bilp.fr/spip.php?mot463) **blindées**

Cette technique requiert un terrassement manuel. Pour cette méthode la fouille ne se fait pas de manière linéaire mais alternée. Pour ce faire, on creuse des tranchées de 30 à 50 cm de profondeur. Cette technique est courante dans les constructions en milieu urbain

* **Par micropieux**

Il s’agit d’une technique qui vise à reporter les charges en profondeur en se servant de micropieux (diamètre inférieur à 250 mm). Ces derniers sont ensuite armés de tubes métalliques puis fixés au terrain par un coulis de ciment. Si le mortier est injecté par pression, trois types de micropieux peuvent être utilisés à savoir l’injection gravitaire (type II), l’injection globale unitaire de coulis de ciment (type III) et l’injection répétitive et sélective (type IV).

* **Par pieux**

Il s’agit d’une technique consistant à créer une longrine reprise par des [consoles](https://maconnerie.bilp.fr/spip.php?mot138) en tête des pieux. Les tubes sont formés par des pièces de 1,5 m qui sont assemblés entre eux au cours de la descente.

* **Par pieux méga**

Il se base sur la même technique que les micropieux mais le diamètre des pieux se situe entre 20 à 45 cm, c’est de la d’ailleurs que cette technique de reprise en sous-œuvre tire son nom.

### B -Les étapes de restructuration d’un bâtiment

Elles sont subdivisées en 3 parties

* 1. **Le gros œuvre**

Le **gros œuvre** comprend différents types de travaux dont la **démolition**, la **dépose de certains matériaux** ou certaines parties de l'habitation (comme la couverture et les menuiseries par exemple) et divers travaux de construction dont les **fondations**, la **pose des parpaings** ou des briques pour l'élévation des murs, la **mise en place de la charpente** et de la **toiture**. Dans le cas d'une **restructuration importante**, la démolition peut être une étape incontournable. Elle comporte différentes phases en commençant par l**'établissement d'un périmètre de sécurité.** L'assainissement du local passe par la destruction des cloisons inutiles et élimine tout ce qui pourrait contrarier l'**élaboration du nouveau projet.** Dans tous les cas, cette étape est bien plus rapide si elle est coordonnée par un professionnel, un maître d'œuvre ou un architecte, d'autant qu'une évacuation intelligente des déchets devra être mise en place

* 1. **Le second œuvre**

Les **travaux de second œuvre** comprennent les **travaux de plomberie** et **d'électricité,** la **pose de revêtements de sols** (parquets, carrelage) et l**'ensemble des travaux** n'ayant aucune influence sur la solidité et la stabilité de l'ouvrage. Certains de ces travaux demandent une parfaite maîtrise et des connaissances expertes. **Refaire à neuf un réseau électrique** par exemple peut être dangereux. Même en suivant un plan précis, il n'est pas certain de faire les bons gestes. La mise aux normes peut également poser problème. N'oubliez pas que l'installation doit être conforme aux règles en vigueur pour recevoir l'approbation du Consul et obtenir la fameuse attestation. Différents arrangements devront être réalisés, notamment si des pièces sont ajoutées. Idem pour la plomberie : mieux vaudra la confier à des mains expertes. En cas de fuite, vous devrez peut-être retirer une partie du plancher juste refait

* 1. Les finitions

Les **finitions** désignent l'ensemble des **travaux d'embellissement** et de décoration. Il s'agit des **travaux de peinture**, de **revêtement de murs**, l'installation de luminaires, la **pose des sanitaires,** l'aménagement de la cuisine et de la salle de bains.... Cette partie est souvent réalisée par les particuliers. Pourtant, en confiant ses envies à une entreprise spécialisée et en laissant agir des artisans qualifiés, les propriétaires sont assurés d'obtenir une pose soignée avec reprise si besoin.

## **III- Les techniques de réparation d’un bâtiment fondation et structure**

### A - Réparation des fondations

#### **1. Préliminaires**

Les problèmes de renforcement ou réparation des structures touchent également le domaine des fondations, spéciales ou non. Dans de nombreux cas les problèmes de fondations sont associés aux problèmes de la structure proprement dite, encore qu'ils puissent quelquefois se limiter aux seules fondations, sans atteindre le niveau des superstructures.

Renforcements et réparations sont évidemment des problèmes voisins bien que liés en général à des origines différentes.

**LE RENFORCEMENT est envisagé et exécuté avant que ne se produise un désordre**, soit par le changement prévu de la destination d'un ouvrage, soit par la modification programmée des conditions extérieures (travaux au voisinage par exemple).

**LA RÉPARATION** quelquefois doublée d'un renforcement, **est la conséquence de l'apparition d'un certain nombre de désordres** et son but est d'en éliminer et les causes et les inconvénients.

La notion de confortement fait appel aussi bien à une réparation qu'à un renforcement.

#### **2. Examen des causes pouvant amener à penser réparation ou renforcement**

L'analyse des désordres des fondations et structures d'un ouvrage peut se résumer aux investigations suivantes :

- inventaire ;  
- causes (étude du dossier technique, conception) ;  
- évolution (mesures par extensomètre et témoins) ;  
- surveillance (analyse des mesures sur une période suffisamment longue).

Nous distinguons dans les lignes qui suivent le cas des réparations et celui des renforcements.

##### **2.1. Cas des réparations**

La réparation est toujours la conséquence de l'apparition d'un désordre apparent ou de l'aggravation d'un désordre, qui jusqu'alors avait pu être considéré comme mineur sinon négligeable.

Les causes de ces désordres sont évidemment multiples mais peuvent se classer en certain nombre de catégories bien distinctes :

###### a) Erreur sur la connaissance géologique et hydrodynamique des sols

Ce cas est beaucoup plus fréquent qu'on ne le pense, car, pour des raisons d'économie ou même quelquefois de négligence, certains maîtres d'ouvrages ne font faire aucune campagne de reconnaissance sur le site où ils ont choisi de construire. Ils se contentent quelquefois d'une vague coupe de terrain récupérée sur un site éloigné de plusieurs centaines de mètres, quand ce n'est pas de plusieurs kilomètres.

On passera ainsi à côté des éléments suivants très importants pour le projeteur :

- variations importantes de la géologie locale ;  
- remontées importantes de la nappe phréatique ;  
- existence de vides de dissolutions (gypse), d'une zone karstique, d'anciennes exploitations de carrières plus ou moins remblayées ou de fontis plus ou moins comblés ;  
- existence de zones notoirement instables ou de surfaces de glissement de terrain possibles.

**b)** **Erreurs, insuffisances, ou absence d'essais de laboratoires ou in situ**

La détermination des caractéristiques physiques et mécaniques du sol de fondation est indispensable pour le bureau d'études. Il est nécessaire qu'un géotechnicien détermine la consistance de l'étude de mécanique des sols qui sera réalisée, aussi bien sur le site qu'en laboratoire.

**c) Erreur sur les hypothèses de calcul et la définition des ouvrages**

Le cas est assez rare, les multiples contrôles au niveau de l'élaboration du projet devraient en fait permettre d'éliminer totalement la chose.

**d)** **Méconnaissance de la** **présence d'eaux agressives** ou, lorsque ces eaux sont connues, utilisation de matériaux inadaptés à la nature chimique de ces eaux.

**e)** **Non prise en compte de** **l'effet de barrage** que certains ouvrages (parois moulées) peuvent constituer vis-à-vis de la nappe ou de certaines circulations d'eau.

**f) Malfaçons** : si elles sont relativement rares, elles peuvent par contre être extrêmement variées, par exemple :

- pieux trop courts, ou n'atteignant pas le substratum rocheux ;  
- pieux insuffisamment curés avant bétonnage (tassements) ;  
- pieux coupés au bétonnage ou pieux étranglés ;  
- radiers insuffisamment armés ou dont les deux lits d'armatures sont confondus ;  
- bétonnage en présence de circulation d'eau (bétons délavés) ;  
- aciers de liaison insuffisants ou inexistants.

**g) Utilisation des ouvrages d'une manière non conforme à leur destination**

Ce sera le cas lorsque les charges de service dépasseront les charges de calcul ou encore lorsque le terrassement devant une paroi moulée dépassera la cote prévue et de ce fait diminuera la butée en pied de paroi prise en compte dans les calculs.

**h) Causes accidentelles** : elles peuvent être multiples également :

- travaux ou fouilles à proximité des ouvrages ;  
- incendies, explosions, etc., sans parler des tremblements de terre et autres cataclysmes qui sortent du cadre de cette analyse ;  
- efforts horizontaux non prévus au projet.

**2.2. Cas des renforcements**

Il peut s'agir de l'une quelconque des causes du paragraphe précédent, mais aussi de causes connues et programmées avant l'apparition des désordres et notamment :

**a)** **Chargement ou remblaiement d'un ouvrage en cours d'exécution**, pas envisagé ou non conforme aux hypothèses de calculs du bureau d'étude.

**b)** **Changement de destination** **et d'utilisation des ouvrages**, augmentation des charges, augmentation des portées, suppression de butons ou de tirants.

**c) Modification des conditions extérieures** : c'est le cas des phénomènes liés aux remontées de nappe, qui se traduisent par :

- une augmentation des efforts sur les voiles et radiers ;  
- des compressions dans les poutres et planchers ;  
- des problèmes de stabilité d'ensemble ;  
- des problèmes de traction sur les pieux.

**d)** **Projet de travaux à proximité immédiate :**

- fouilles et terrassements de toute nature ;  
- fouilles profondes à proximité des ouvrages, reprises en sous-oeuvre ;  
- suppression de butées près d'ouvrages de soutènement ou près d'ouvrages enterrés travaillant en voûte (métro).

**e)** **Modification de la nature d'un ouvrage**, par exemple le remplacement d'un radier drainant avec pompage permanent, par un radier résistant et étanche, est de nature à remettre en cause, en cas de remontée de nappe, la stabilité d'ensemble de tout l'ouvrage.

#### **3. Connaissance de l'environnement géotechnique**

Il est indispensable avant la mise au point d'un projet de renforcement et/ou de réparation de bien connaître l'environnement géotechnique de l'ouvrage. Pour cela il est indispensable de procéder à l'évaluation des points suivants :

- la résistance du sol de fondation en procédant à des essais en place, mais aussi en laboratoire, afin de déterminer les caractéristiques physiques et mécaniques des sols.

- la variation des nappes phréatiques dans le temps et notamment le niveau des plus hautes eaux connu.

- d'évaluer l'évolution probable de l'environnement géotechnique et plus particulièrement les constructions futures mitoyennes mais aussi les drainages ou "seuils" éventuels qui en résultent ou écoulent de travaux, tels que pose de canalisations, rabattement de nappes, plantations de sujet important, tels que peuplier etc. ,qui accélèrent la dessiccation des sols.

#### **4. Connaissance de la structure existante**

La connaissance de la structure existante peut se résumer aux investigations suivantes :

- évaluation de la résistance de la structure ainsi que du sol de fondation ;  
- évaluation de la capacité portante d'un ouvrage après réparation ou renforcement.

Nous détaillons, dans les lignes qui suivent, le premier point qui pose de nombreux problèmes, le deuxième restant exclusivement un problème de bureau d'études.

Les causes du désordre ou les raisons du renforcement étant connues, il convient d'obtenir une connaissance aussi exacte que possible de la structure, de ses fondations et du milieu ambiant, de manière à pouvoir effectuer une approche aussi précise que possible du projet de réparation ou de renforcement.

En effet, les conditions souvent difficiles et onéreuses d'exécution des travaux peuvent amener à prendre en compte des coefficients de sécurité ou des hypothèses de calcul plus audacieux que pour des travaux neufs, mais en général on recherchera à rétablir la sécurité des ouvrages ou l'on procédera à leur mise en conformité vis à vis des règlements en vigueur.

On s'appliquera donc à effectuer un certain nombre de recherches et investigations que l'on peut regrouper en trois catégories.

##### **4.1. Analyse du projet d'origine et des conditions d'exécution de l'ouvrage**

Il s'agira essentiellement de la recherche de l'étude du projet d'origine et du déroulement des travaux, soit :

- plans d'exécution et notes de calcul ;  
- plans de ferraillage ;  
- coupes de sondage et rapport géotechnique ;  
- fiches de forage et fiches de bétonnage des pieux ;  
- rapports de chantiers ; etc.

Malheureusement, la plupart de ces documents ont en général disparu, surtout pour les ouvrages très anciens. Pour des ouvrages plus récents, on devra bien souvent se contenter de quelques plans de coffrage et de ferraillage. On devra vérifier que la conformité et l'exactitude des plans d'exécution possédés (de coffrage notamment) correspondent bien à l'ouvrage qui a été réellement exécuté.

##### **4.2. Vérification des éléments du projet et recherche des éléments manquants**

La seule possession du projet d'origine n'est évidemment pas suffisante, car bien souvent, soit on ne dispose pas du dernier indice de plan, soit l'ouvrage n'a pas été réalisé conformément aux plans, et dès l'instant où il y a désordre, si la cause de ce désordre n'est pas, de prime abord, parfaitement établie, on peut suspecter un risque de malfaçon.

Il s'agit donc de vérifier ou de rechercher les différents paramètres de l'ouvrage et, pour ce faire, on a recours à :

- observation, visite à l'oeil nu ou par plongeurs munis de caméras ;  
- puits de reconnaissance sous radier, le long des pieux, etc.  
- vérification par carottage des épaisseurs de radier, paroi, etc.  
- vérification des longueurs de pieux ou paroi (carottage, essais vibratoires, mesure d'impédance, etc.) ;  
- vérification des sections et positions d'armatures par puits, carottages, gammagraphie, etc.  
- analyse chimique des bétons, en particulier on vérifiera si les bétons de fondation utilisés ont bien été confectionnés avec les ciments agréés (CPA-CEM I, CLK-CEM III/C, CHF-CEM III/A ou B, etc.).

##### **4.3. Étude et vérification des éléments extérieurs**

Il s'agit essentiellement des données géotechniques et hydrogéologiques et l'on pourra donc, dans cette optique, prévoir :

- carottages complémentaires ;  
- piézomètres, essai d'eau, suivi de la nappe ;  
- mesure des caractéristiques mécaniques des différentes couches ;  
- comportement des sols de fondation au gonflement, mais aussi à la dessication ;  
- analyse des eaux ;

Sans oublier de vérifier si, depuis la construction de l'ouvrage, d'autres constructions ne sont pas venues modifier les conditions d'équilibre de notre ouvrage.

Outre ce qui précède, il convient, dans le cas de désordres, de suivre de manière très sérieuse l'évolution des dommages ; en effet, avant remise en état, cette évolution peut donner des renseignements précieux :

- sur la nature des mouvements de ou des fondations ;  
- sur la nature des désordres ;  
- sur la nature de la structure elle-même ;  
- et surtout sur le degré de gravité, voire de danger du sinistre.

#### **5. Mise au point du projet de réparation ou de renforcement**

L'analyse des causes des désordres rencontrés ou des modifications entraînant un renforcement, ainsi que les études et investigations prévues au chapitre précédent, permettront de définir les hypothèses sur lesquelles sera établi le projet de réparation ou de renforcement.

Ce projet tiendra compte d'autre part de la faisabilité, c'est-à-dire, compte tenu de la présence de l'ouvrage existant, lequel restera éventuellement en service pendant les travaux, de la possibilité d'utiliser tel ou tel procédé ou tel ou tel matériel en fonction de l'exiguïté des locaux ou des accès, ou encore de la proximité de telle ou telle installation sensible (ordinateur, central téléphonique, hall d'exploitation etc.).

Les principales techniques de réparation des fondations font appel aux techniques suivantes :

- injection des sols ;  
- reprises en sous oeuvre (semelles, etc.) ;  
- les puits ;  
- les pieux ;  
- les micropieux ;  
- le drainage et/ou l'hydratation des sols.

On établira donc, avant même la définition du projet, le catalogue des techniques et matériels utilisables dans le cas de confortement qui est posé.

Nous pouvons regrouper ces éléments ou ces problèmes en catégories distinctes.

##### **5.1. Renforcement par reconstitution de maçonneries, bétons, terrains**

Il s'agit là du problème des anciens ouvrages en maçonnerie ou béton, ayant subi les attaques d'éléments agressifs, ou d'ouvrages en béton plus récents qui sont dégradés ou fissurés.

 Pour ce qui concerne les ouvrages anciens en maçonnerie, on pourra avoir recours :

- aux injections de maçonneries et grosses fissures ;  
- à la mise en oeuvre d'armatures par forage et scellements ;  
- à la reconstitution de terrains d'assise par injection.

Si on entend conserver l'ancienne fondation et si le terrain s'y prête, on peut envisager d'améliorer les caractéristiques des couches de fondation par injection.

En revanche, pour des ouvrages en béton fissurés ou dégradés, on fera appel aux techniques suivantes :

- aux injections de fissures fines à la résine ;  
- à la mise en oeuvre de mortier de résine pour la reconstitution des sections et le cachetage des aciers apparents ;  
- au fers plats collés à la résine pour l'amélioration des résistances.

Pour résoudre les problèmes posés par ces ouvrages et bien connaître les modes de réparations proposés ci-dessus on consultera notamment les fascicules du STRRES ou les normes :

- NF P 95-101 - reprise du béton dégradé  
- NF P 95-102 - béton projeté  
- NF P 95-103 - traitement des fissures et protection du béton.

**5.2. Micropieux, pieux, barettes et puits**

Il s'agit soit de la reprise d'anciennes fondations, soit de l'exécution d'une fondation nouvelle en cas de renforcement. On peut utiliser les techniques suivantes.

5.2.1. Micropieu

**Un micropieu** est un pieu de petit diamètre (10 à 20 cm) équipé d'une ou plusieurs barres ou d'un tube métallique, scellés dans un coulis de ciment fortement dosé. Il peut être injecté dans sa partie scellée et travaille uniquement en frottement latéral. Sa capacité portante peut atteindre 1 MN.

Il est bien difficile lorsqu'une fondation profonde est l'objet d'un doute sérieux (cas de pieux trop courts et/ou incliné, flambement, etc.), de définir quelle part de fondation peut être conservée dans la définition du nouveau projet. Dans certains cas, on est amené à faire comme si la fondation ancienne n'existait pas et à en reconstruire une nouvelle, complète, qui supporte la totalité des charges.

Cette nouvelle fondation pourra être constituée de micropieux ou pieux aiguille, en cas de travail dans des sous-sols, ou des endroits exigus.

5.2.2. Pieux classiques et barettes

Si l'ouvrage s'y prête, la nouvelle fondation pourra être une fondation sur pieux classiques exécutés avec les grands outillages traditionnels mis en place à l'extérieur de l'ouvrage. Le report des charges se fera par l'intermédiaire de chevêtres exécutés en sous-oeuvre et en tranchée blindée, qui reposent eux-mêmes sur les nouveaux pieux ou barettes.

5.2.3. Puits

Si la nappe phréatique est suffisamment basse (ou résultant d'un rabattement de nappe), on pourra également envisager une solution par puits à la main exécutés en sous-oeuvre.

Le fascicule N° 7 du STRRES pourra être utilement consulté et notamment les chapitres 3 et 4, relatifs à l'injection des sols pour le premier et à l'exécution des micro-pieux pour le second.

**5.3. Reprises en sous-oeuvre (semelles, puits)**

Comme nous l'avons indiqué au chapitre précédent, si la nappe phréatique est suffisamment basse (ou avec rabattement de nappe) ou inexistante, on peut réaliser des semelles ou puits.

Cela peut être envisagé si le sol porteur est à une faible distance des fondations existantes. La réalisation de semelles se fera en sous oeuvre, ce qui implique de nombreuses difficultés et un coût relativement élevé.

L'exécution en sous oeuvre se fera à la main pour les terrassements, ainsi que pour l'ensemble des opérations. On pourra utilement procéder à la mise en charge de ces semelles, avant clavage de ces reprises en sous oeuvre avec les semelles ou fondations anciennes.

**5.4. Soutènements et parois**

Pour ces éléments de la structure, les problèmes se posent lorsque les poussées sont supérieures à celles prises en compte dans les calculs (nappe, terrain, surcharges) et peuvent se poser en terme de stabilité d'ensemble, de résistance entre niveaux d'appuis (lits de tirants ou planchers) ou encore en terme d'étanchéité.

5.4.1. En ce qui concerne le problème de la stabilité du soutènement, on pourra :

- soit renforcer le soutènement proprement dit par butons, tirants d'ancrages passifs ou précontraints, etc.

- soit diminuer les poussées extérieures par terrassement, afin de diminuer le poids des terres, par rabattement de nappe ou drainage (barbacanes), ou encore, lorsque l'urgence commande, par remblaiement devant le soutènement.

5.4.2. Pour ce qui concerne la résistance propre du mur de soutènement, indépendamment des problèmes de stabilité, on pourra envisager, pour améliorer la résistance entre niveaux d'appui ou sections très sollicitées :

- soit de diminuer les efforts de poussée par drainage du substratum de remblais ;  
- soit d'augmenter la résistance par fers plats collés ;  
- soit d'exécuter un contre-voile en béton armé.

5.4.3. Pour ce qui concerne les problèmes d'étanchéité, il sera en général nécessaire de réaliser un cuvelage intérieur avec pompage éventuel des systèmes de drainage ou de collecte des eaux d'infiltration, mis en oeuvre entre la structure existante et le cuvelage réalisé.

On consultera utilement le DTU 14-1 qui traite des cuvelages dans le domaine du bâtiment. Des dispositions analogues à celles décrites dans ce document seront utilisés pour les ouvrages de génie civil, tels que réservoirs, cuves, bassins, etc.

**5.5. Radiers et voiles**

Les problèmes qui se posent sont sensiblement les mêmes pour les voiles que pour les organes de soutènement et parois traités au paragraphe précédent ; nous examinerons donc plutôt les problèmes liés aux radiers.

Quelles que soient les causes de faiblesse de ces éléments (insuffisance de résistance aux sous-pressions ; aciers insuffisants, nuls, ou mal répartis ; attaque des bétons ; colmatage de radiers drainants), on pourra envisager :

**1)** de créer ou de reconstituer des radiers drainants avec dispositifs permanents de pompage ;

**2)** de renforcer le radier en créant un contre-radier lorsque les hauteurs sous plafond le permettent ;

**3)** de réaliser un cuvelage comme indiqué au chapitre précédent ;

**4)** de diminuer les contraintes dans le radier en créant artificiellement une ligne d'appuis supplémentaires entre files de poteaux, au moyen de tirants d'ancrage précontraints ou non ;

**5)** de renforcer la résistance propre du radier au moyen de fers plats collés ou d'armatures collées au mortier de résine dans des saignées exécutées par sciage au diamant ;

**6)** ou enfin de toute méthode associant plusieurs des techniques envisagées ci-dessus.

Là encore, nous ne parlerons pas dans le détail des problèmes d'étanchéité qui nécessitent en général la réalisation d'un cuvelage, encore que ces problèmes soient intimement liés aux réparations et renforcements des structures enterrées.

**5.6. Problèmes de stabilité d'ensemble**

Ceux-ci sont surtout dus aux phénomènes de remontée de la nappe phréatique, où l'on s'aperçoit qu'indépendamment des problèmes de structure individuelle, toute réparation faite, l'ouvrage n'est pas stable vis-à-vis des sollicitations extérieures, et en particulier des poussées hydrostatiques et de la poussée d'Archimède.

Dans ce cas, il n'existe que deux solutions :

**1)** soit supprimer ces poussées :

- rabattement,  
- chaînage, drainage,  
- pompage,  
- etc.

**2)** soit équilibrer ces poussées :

- alourdissement et lestage de l'ouvrage (gros béton, rocher, bétonnage d'un dernier sous-sols, utilisation de bétons lourds à la baryte),  
- ancrage verticaux par tirants précontraints,  
- ancrages par tirants passifs en cas de poussées occasionnelles.

**5.7. État de chargement des ouvrages lors d'un confortement**

Le maître d'ouvrage formulera par écrit des recommandations lors d'une opération de renforcement ou de réparation. En effet l'état de chargement d'un ouvrage durant les travaux de confortement peut influencer le résultat final.

B - Réparation des structures

**1. Classement des différents désordres**

Les désordres dont souffrent les structures peuvent en général se classer en trois catégories :

- **les vices de conception de construction ou d'exécution** qui affectent les ouvrages neufs, et qui vont de l'erreur de calcul à la mauvaise qualité du béton, en passant par les erreurs de ferraillage ou le manque de soins pour l'exécution de certains détails : gousset, appuis, joints, etc.

- **les maladies de vieillesse,** dues aux agressions du milieu : corrosion due aux atmosphères industrielles, aux ambiances marines, aux sels de déverglaçage, à l'action des intempéries, en particulier des cycles gel-dégel ;

- **les accidents** dus à des causes mécaniques : surcharges non prévues à l'origine, chocs dus à des véhicules et s'exerçant sur les parties sensibles d'une structure, secousses sismiques ou mouvements de terrains se traduisant par des affaissements, des tassements ou des tassements différentiels.

Suivant leur gravité, ces désordres relèvent soit de la **chirurgie**, c'est-à-dire du **confortement et du renforcement** par des moyens concernant l'entreprise de gros oeuvre, soit de **la** **médecine**, c'est-à-dire de **traitements de régénération et de protection.**

**2. Méthodologie de la réparation ou du renforcement d'une structure**

L'analyse d'une structure, son examen et la définition du projet ultérieur de réparation ou de renforcement suppose une exacte connaissance des raisons et des causes qui amènent à se poser le problème.

La méthodologie peut se résumer aux investigations suivantes :

**2.1. Analyse des désordres :**

- inventaire,  
- causes (étude du dossier technique, conception),  
- évolution (mesures par extensométrie et témoins),  
- surveillance (analyse des mesures sur une période suffisamment longue).

**2.2. Connaissance de la structure existante :**

- évaluation de la résistance de la structure,  
- évaluation de la capacité portante d'un ouvrage après réparation ou renforcement.

**2.3. Jugement de l'opportunité de la réparation :**

**- observations des fissures et leurs conséquences**

**.** Bâtiments : l'origine des sinistres se trouve généralement provoqué par des fissures accompagnées le plus souvent de pénétration d'eau.

**.** Réservoirs, châteaux d'eau, cuves et bassins : le rôle de protection des aciers par le béton n'est plus assuré s'il y a fissuration ou un manque d'enrobage (corrosion des aciers, concrétion et circulation d'eau pour les parois en contact avec un liquide).

**- analyse des courbes d'évolution**

La déformation pour les différentes bases de mesures doit être observée, mesurée et analysée.

En général, on peut se rattacher à l'un des trois types d'évolution suivants :

**1) Amortissement** : évolution prévisible vers la stabilité.

**2) Linéarité** : qui conduit en fait à une ambiguïté et nécessite qu'on poursuive les mesures.

**3) Accélération** : traduisant une évolution inéluctable vers la ruine en l'absence de toute mesure curative.

**3.  Techniques actuelles de réparation et renforcement des ouvrages de stockage et de transport des liquides**

**3.1. Les principaux produits utilisés par les revêtements et enduits**

**.** **Les polymères thermoplastiques**prêts à l'emploi. Leur mise en oeuvre nécessite leur chauffage pour abaisser la viscosité (peu utilisé en réparation du béton)

**.** **Les polymères thermodurcissables**, les deux composants sont à mélanger au moment de l'emploi provoquant réaction chimique

**.** **Les liants hydrauliques** (et leur association avec des polymères).

**3.2. Reconstitution du béton**

L'ouvrage de référence est la norme NF P 95-101 ou le fascicule N° 2 du STRRES.

Les différentes techniques utilisées sont :

**.** les réparations externes, qui sont exécutées à la surface du béton

- épaufrures ;  
- armature de béton armé apparente (corrosion) ;  
- faïençage ;  
- fissures de faible profondeur ;  
- flaches et trous ;  
- usure superficielle du béton.

**.** les réparations internes

- injections de fissures profondes ;  
- injections des cavités.

**3.3. Technique du collage de plaques métalliques**

L'ouvrage de référence est la norme NF P 95-105 ou le fascicule N° 6 du STRRES.

Les différentes techniques utilisées sont :

**.** armatures collées ;  
**.** plats collés (cornières et tôles) ;  
**.** dalles contre-collées.

**3.4. Utilisation du béton projeté**

L'ouvrage de référence est la norme NF P 95-102 ou le fascicule N° 3 du STRRES.

Il existe deux techniques d'exécution.

Différence entre les deux techniques :

**. projection par voie sèche :**

- l'eau n'est ajoutée qu'à la lance ;  
- le mélange "ciment-granulats" est sec ;  
- vitesse voisine de 100 m/s à la sortie de la lance ;  
- perte de granulats par rebondissements ;  
- compactage énergétique :

**.** bonnes caractéristiques mécaniques,  
 **.** bonne étanchéité,  
 **.** résistance au gel et à la corrosion,  
 **.** retrait réduit du fait d'un bon serrage.

- bonne adhérence au support grâce à la pénétration de la pâte de ciment dans les pores de la paroi réceptrice ;  
- enrichissement en ciment dû aux retombées de granulats.

**. projection par voie mouillée :**

- le béton frais mouillé est introduit dans la machine ;  
- l'air comprimé introduit dans la machine propulse le mélange (flux dilué) ;  
- l'air comprimé est introduit à la lance. Le transport du béton est assuré par une pompe à béton (flux dense) ;  
- vitesse de transport du mélange inférieure à 1 m/s ;  
- pertes faibles en granulats ;  
- pas d'enrichissement de la teneur en ciment par projection ;  
- aucune production de poussières ;  
- résistance mécanique élevée du béton.

Quelle méthode choisir ?

**.** **Projection par voie sèche** :

Les qualités obtenues sont primordiales pour la plupart des travaux de réparation ou de renforcement (en plafond ou sur mur). La voie sèche est recommandée.

**.** **Projection par voie humide** :

Si les critères d'adhérence et de résistance mécanique ne sont pas primordiaux et que l'on recherche une projection faible sans production de poussière, la voie humide peut être retenue (confortement de petites galeries ou tuyaux en béton).

**3.5. Précontrainte additionnelle**

L'ouvrage de référence est la norme NF P 95-104 ou le fascicule N° 5 du STRRES.

Les différentes techniques de précompression utilisées emploient des câbles, des tirants et des cerces.

# CONCLUSION GENERALE

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Pour mener à bien notre tâche, nous avons fait recours à plusieurs domaines de recherches d’où les références suivantes :

* Support de cours d’infographie 2D/3D 2019-2020
* Internet (le navigateur chrome)
* Archive de CIS Formation : rapport de BOUELET TCHETDA Christian Brandon 2018 / 2019
* Le dictionnaire français

# ANNEXES

Table des matières

[DÉDICACE II](#_Toc68107854)

[REMERCIEMENTS III](file:///G:\RAPPORT%20DE%20STAGE.docx#_Toc68107855)

[AVANT PROPOS IV](file:///G:\RAPPORT%20DE%20STAGE.docx#_Toc68107856)

[RESUME VI](file:///G:\RAPPORT%20DE%20STAGE.docx#_Toc68107857)

[ABSTRACT VII](file:///G:\RAPPORT%20DE%20STAGE.docx#_Toc68107858)

[INTRODUCTION GENERALE 1](file:///G:\RAPPORT%20DE%20STAGE.docx#_Toc68107859)

[**PREMIERE PARTIE : PRÉSENTATION DE L’ENTREPRISE ET DEROULEMENT DU STAGE** 2](#_Toc68107860)

[CHAPITRE I : L’ENTREPRISE ET SON SECTEUR D’ACTIVITE 3](#_Toc68107861)

[SECTION 1 : PRESENTATION DE L’ENTREPRISE 3](#_Toc68107862)

[1- Historique 3](#_Toc68107863)

[2- Fiche Signalétique 4](#_Toc68107864)

[3- Organigramme de l’entreprise 4](#_Toc68107865)

[4- Objectifs 7](#_Toc68107866)

[5- LISTE DES PARTENAIRES 7](#_Toc68107867)

[SECTION 2 : le stage et son déroulement 9](#_Toc68107868)

[**DEUXIEME PARTIE : MISE EN ŒUVRE PRATIQUE DANS L’ENTREPRISE DE STAGE** 12](#_Toc68107869)

[**I-GENERALITES** 13](#_Toc68107870)

[1-Definition 13](#_Toc68107871)

[2-Préparation d’une opération de réparation et /ou de restructuration 13](#_Toc68107872)

[**II-Les Etapes de restructuration d’un bâtiment** 14](#_Toc68107873)

[A- le renforcement du sol 14](#_Toc68107874)

[B -Les étapes de restructuration d’un bâtiment 16](#_Toc68107875)

[**III- Les techniques de réparation d’un bâtiment fondation et structure** 17](#_Toc68107876)

[A - Réparation des fondations 17](#_Toc68107877)

[B - Réparation des structures 27](#_Toc68107878)

[**1. Classement des différents désordres** 27](#_Toc68107879)

[**2. Méthodologie de la réparation ou du renforcement d'une structure** 27](#_Toc68107880)

[**3.  Techniques actuelles de réparation et renforcement des ouvrages de stockage et de transport des liquides** 28](#_Toc68107881)

[CONCLUSION GENERALE 31](file:///G:\RAPPORT%20DE%20STAGE.docx#_Toc68107882)

[REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 32](file:///G:\RAPPORT%20DE%20STAGE.docx#_Toc68107883)

[ANNEXES 33](file:///G:\RAPPORT%20DE%20STAGE.docx#_Toc68107884)