

Chapitre III

Génie Civil & Hydraulique Génie Civil



Béton- Définition

Le béton est le mélange d'un liant hydraulique (ciment), de granulats (graviers) et d'eau. L'eau provoque une réaction chimique de prise avec le ciment qui, en durcissant à l'air, lie tous les composants en un ensemble homogène et monolithique

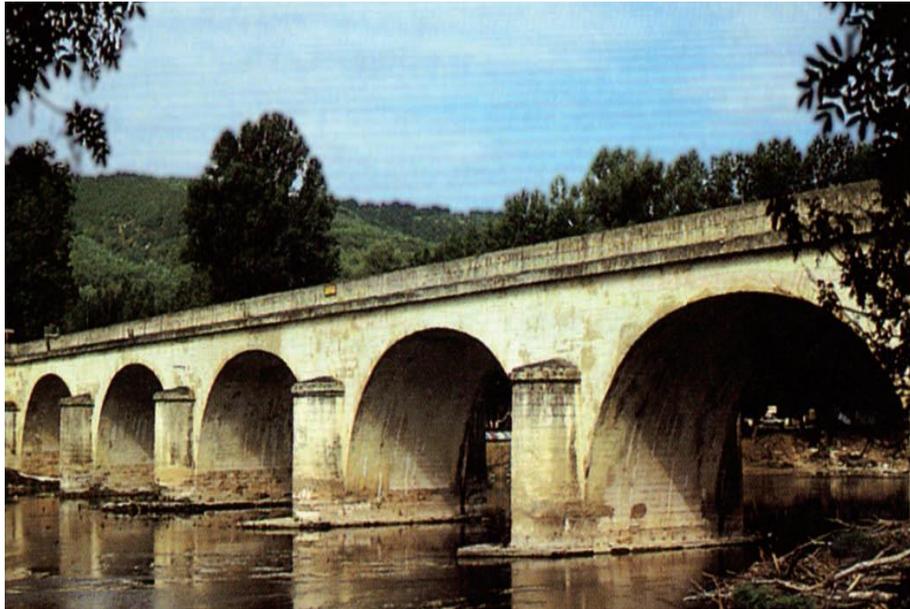
Louis Vicat et l'invention du ciment

- Mortiers et chaux étaient utilisés depuis des millénaires.
- Les Chinois, les Égyptiens, les Mayas, les Arabes construisaient avec des mortiers à base d'une chaux obtenue par cuisson de roches calcaires, suivie d'une extinction à l'eau.
- Les Romains fabriquaient des liants hydrauliques. Il leur revient d'avoir découvert au début de notre ère qu'en ajoutant au mortier de la terre de

Pouzzole (pouzzolane) issue de cendres volcaniques, le mortier pouvait prendre sous l'eau.

- Louis Vicat (1786-1861) découvre les propriétés des mortiers de ciment.

Vicat, Pont de Souillac Dordogne- France



Béton armé

- 1818, Louis Vicat élabore la théorie de l'hydraulicité qui précise les proportions des différents composants nécessaires à la constitution du ciment artificiel lors de la cuisson.
- En 1824, l'Écossais Joseph Aspdin dépose un brevet pour le Ciment Portland.
- En France, un polytechnicien, Pavin de Lafarge, installe des fours à chaux au Teil (France), en 1833, et la première usine de ciment est créée par Dupont et Demarle à Boulogne-sur-Mer (France) en 1848.
- Ainsi, au milieu du XIXe siècle, les conditions matérielles sont réunies pour l'invention du béton puis du béton armé.

La question des coefficients de dilatation béton/acier

- La question de l'équivalence des coefficients de dilatation de deux matériaux si dissemblable ne va pas de soi. Ce n'est qu'à travers une série d'expérimentations scientifiques que cette réalité émerge.
- Aux États-Unis, Thaddeus Hyatt effectue en 1877 des expériences et en tire la conclusion fondamentale de la similitude des coefficients de dilatation béton/acier.

Matériaux de construction

- Le **béton** est de nos jours l'un des matériaux de construction les plus utilisés dans le monde. Il est vu comme une **matière** moderne, comme c'est le cas du **béton armé**.
- De nos jours, le béton armé est devenu un **matériau** de construction incontournable. Il a été en grande partie inventé, promu et développé en France.

Matériaux de construction

- Les **matériaux de construction** sont des **matériaux** utilisés dans les secteurs de la **construction** : **bâtiments** et **travaux publics**, souvent désignés par le sigle **BTP**.
- La gamme des matériaux utilisés dans la construction est relativement vaste. Elle inclut principalement :
 - le **bois**,
 - le **verre**,
 - l'**acier**,

- l'[aluminium](#),
- les [matières plastiques](#) (isolants notamment)
- et les matériaux issus de la transformation de produits de carrières, qui peuvent être plus ou moins élaborés (graviers, sable). On trouve ainsi les dérivés de l'argile, les briques, les tuiles, les carrelages, les éléments sanitaires.

Travaux Publics & Aménagement

Le secteur des travaux publics & Aménagements regroupe l'ensemble des entreprises qui construisent et assurent l'entretien des infrastructures et des équipements collectifs :

- Voirie et réseaux divers (adduction d'eau, assainissement et autres canalisations),
- Ouvrages de stockage de l'eau,
- Terrassements, sondages, forages,
- Construction de chaussées et sols sportifs, ouvrages d'art et travaux souterrains,
- Voies ferrées, voies navigables, aérodromes, infrastructures portuaires,
- Travaux en site maritime ou fluvial,
- Travaux de génie agricole,
- Ponts,

Etc...

Travaux Publics & Aménagement

- Les maîtres d'ouvrage sont généralement l'Etat ou les collectivités publiques.
- Ouvrages souvent complexes, aux enjeux économiques considérables, ils doivent se conformer à des réglementations spécifiques.
- EN général il s'agit de projets structurants.

Génie civil - Options

- La filière du génie civil regroupe deux principales options :
 - Bâtiments
 - Travaux public & aménagements.
- Pour **devenir ingénieur en génie civil**, la filière des écoles est la voie royale.
- De nombreuses formations universitaires à bac + 5 forment aussi les **ingénieurs en génie civil** : **masters professionnels en génie civil**, techniques de construction, géotechnique, hydraulique, énergie, logistique et management, protection de l'environnement...

Mission du métier de l'Ingénieur en génie civil

Dans l'ensemble, c'est à l'ingénieur en GC de :

- Encadrer la conception du projet au sein d'une équipe.
- Occuper la fonction de chef pendant la réalisation des travaux.
- Veiller aux normes de sécurité pour le bien-être de ses hommes et du public.
- Faire avancer le chantier en tenant compte des impératifs des sous-traitants.
- Diriger les réunions de chantier.

- Informer le maître d'ouvrage.

Débouchés

Les diplômés sont embauchés dans l'ensemble des milieux professionnels du secteur de la construction :

- les grandes entreprises générales du BTP,
- les bureaux d'études en génie civil,
- les bureaux de contrôle,
- les promoteurs immobiliers, les industriels, les particuliers, les collectivités locales,
- cabinets d'architectes, d'économistes,
- Etc....,

Qualités requises de l'Ingénieur en GC

- Nombreuses connaissances techniques
- Sens d'organisation et de responsabilité
- Sens de communication
- Faculté de s'exprimer en public
- Diriger les équipes
- Rigueur (Notamment pour les normes)
- Prudence
- Capable d'agir vite et bien en toutes circonstances.

Evolution Professionnelle de l'Ingénieur en Génie Civil

Ingénieur conseil

Manager d'entreprise

Enseignant-chercheur

Note :

Salaire Moyen en Algérie d'un Ingénieur en G.C:

$$40000 \text{ DA} < \text{SM} < 80000 \text{ DA}$$

Hydraulique



Bref Historique

- L'hydraulique est une des activités les plus anciennes de la civilisation humaine.
- Canaux d'assainissement de la vallée du Nil, 4 000 ans avant l'ère chrétienne.
- Roue à eau en bois, Hama en Syrie
- Pascal (1623-1662): Théorie de l'Hydrostatique
- Daniel Bernoulli (1700-1782) : théorème de Bernoulli

- Quelques uns des principaux fondateurs de l'hydraulique moderne:

Léonhard Euler (1707-1783), Louis de Lagrange (1736-1813), Jean-Louis Marie Poiseuille (1799-1869), Adhémar Barré de Saint-Venant (1797-1886), William Froude (1818-1879), Henri Navier (1785-1836), Joseph Boussinesq (1842-1929), Osborne Reynolds (1842-1912),

Introduction à l'Hydraulique

Définition:

« Hydraulique » a pour racine le mot grec « HUDOR » (eau) : qui est déplacé par l'eau, qui utilise l'eau ou tout autre liquide quelconque pour son fonctionnement.

Différentes formes d'énergie sont utilisées en hydraulique :

- L'énergie potentielle (par gravité), comme un château d'eau.
- L'énergie cinétique (par vitesse), comme une turbine hydroélectrique.
- L'énergie par pression. C'est cette forme d'énergie qui est utilisée dans les systèmes hydrauliques industriels et mobiles.

Dans les systèmes industriels, l'hydraulique se traduit donc par la transmission et la commande des forces par un liquide (huile hydraulique).

Définitions et grandeurs: Pression et débit

On définit l'hydrostatique par la branche de l'hydraulique qui étudie les propriétés des fluides au repos.

- Le domaine d'application se rapporte à la transmission des pressions d'après le principe de PASCAL.

- On définit l'hydrodynamique par la branche de l'hydraulique qui étudie les propriétés des fluides en mouvement. Le domaine d'application se rapporte au débit et à la pression.

Dans une transmission hydraulique :

- La pression n'existe dans un circuit que s'il y a résistance à l'écoulement de l'huile.
- La pression est l'équivalent mécanique de la force.
- Le débit est l'équivalent de la vitesse.

Loi de Darcy

- Fluide incompressible qui s'écoule en régime stationnaire au travers d'un milieu poreux de section A et de longueur L sous l'effet d'une différence de charge ΔH .
- Formulée par Henry Darcy en 1856 elle s'écrit:

$$Q = KA \frac{\Delta H}{L}$$

avec :

- Q : le débit volumique (m^3/s) filtrant.
- K : la conductivité hydraulique ou « coefficient de perméabilité » du milieu poreux (m/s), qui dépend à la fois des propriétés du milieu poreux et de la viscosité du fluide.
- A : la surface de la section étudiée (m^2)
- $\frac{\Delta H}{L}$: Le gradient hydraulique ($i = \Delta H/L$), où ΔH est la différence des hauteurs piézométriques en amont et en aval de l'échantillon, L est la longueur de l'échantillon.

Conductivité hydraulique ou coefficient de perméabilité

La **conductivité hydraulique** (K) est une grandeur qui exprime l'aptitude d'un milieu poreux à laisser passer un fluide sous l'effet d'un gradient de pression

$$K = \frac{k \cdot \rho \cdot g}{\mu}$$

avec :

- k : la perméabilité intrinsèque du milieu poreux (m^2),
- ρ : la masse volumique du fluide (kg/m^3),
- g : l'accélération de la pesanteur (m/s^2),
- μ : la viscosité dynamique du fluide.

Domaines d'application de l'Hydraulique

- Engins de travaux publics : pelleteuse, niveleuse, bulldozer, chargeuse,...
- Machine-outil : presses à découper, presses à emboutir, presses à injecter, bridage de pièces, commande d'avance et de transmission de mouvements, ...
- Machines agricoles : benne basculante, tracteur, moissonneuse batteuse,...
- Manutention : chariot élévateur, monte-charge,...
- Barrage hydraulique,
- Réseaux d'assainissement,

Alimentation en eau potable,

Avantages des systèmes hydrauliques

Les systèmes hydrauliques offrent de nombreux avantages et permettent en particulier :

La transmission de forces et de couples élevés ;

- Une grande souplesse d'utilisation dans de nombreux domaines ;
- Une très bonne régulation de la vitesse des actionneurs, du fait de l'incompressibilité du fluide;

- Un contrôle précis des vitesses et des efforts développés ;
- La possibilité de démarrer des installations en charge ;
- Une grande durée de vie des composants, du fait de la présence de l'huile;

Inconvénients des systèmes hydrauliques

Les systèmes hydrauliques engendrent aussi des inconvénients :

- Installation plus complexe que pneumatique ;
- Nécessité de réaliser un retour du fluide au réservoir ;
- Risques d'accident dus à la présence de pressions élevées (50 à 700 bars) ;
- Fuites entraînant une diminution du rendement ;
- Pertes de charge dues à la circulation du fluide dans les tuyauteries ;
- Risques d'incendie : l'huile est particulièrement inflammable ;

Technologie coûteuse (composants chers, maintenance préventive régulière).

Profil scientifique de l'Hydraulicien

- L'hydraulicien doit bien connaître la réglementation sur l'eau et les différents acteurs du domaine.
- Il possède de solides compétences techniques en génie civil, géotechnique, hydrologie et topographie.

Il doit savoir organiser des données, les intégrer dans un modèle mathématique, les interpréter pour en tirer des conclusions ou en faire une analyse critique.

Missions de l'Ingénieur en Hydraulique

- Assure la conduite et la maintenance des installations hydrauliques

- Effectue des visites de contrôle sur le matériel
- Surveille les ouvrages de génie civil
- Prépare et réalise l'ensemble des manœuvres d'exploitation et optimise la disponibilité des installations
- Garantit la sécurité des personnes et des biens en tenant compte des contraintes liées à l'environnement.
- Il est responsable de la qualité et de la sécurité dans son domaine d'activité.
- Il a la responsabilité technique et financière des opérations qu'il engage.

Compétences particulières

- Maîtrise de la mécanique des fluides et des modèles mathématiques
- Connaissance en matière de génie civil et de comportements des ouvrages.
- Connaissance en mécanique, électromécanique, électricité, électronique, hydraulique, pneumatique...
- Capacité à raisonner avec méthode et à détecter une situation anormale
- Diagnostic et résolution de problèmes
- Maîtrise de l'anglais technique
- Maîtrise des techniques mécaniques et hydrauliques de l'activité hydraulique (groupe hydraulique, conduite forcée, galerie, prise d'eau).

Domaines professionnels

- Centrales hydroélectriques,
- Centrales de dessalement d'eau de mer.

- Station d'épuration d'eau.
- Gestion de systèmes d'assainissement ou de réseaux d'irrigation et d'alimentation en eau potable.
- Extraction des eaux souterraines.
- Sociétés d'équipement ou d'exploitation d'ouvrages,
- Ports maritimes.
- Environnement ou éco-industries (eau, dépollution des sols...),
- Collectivités locales
- Fonction publique (agences de l'eau, ...)
- Etc...