

# INTERCONNEXION ENTRE LES GÉOSCIENCES ET LE GÉNIE CIVIL : « CONSTRUIRE UN FUTUR DURABLE »

## CONNECTING GEOSCIENCE AND CIVIL ENGINEERING: « BUILDING A SUSTAINABLE FUTURE »

Réception : 03/09/2023

Acceptation : 30/10/2023

Publication : 04/01/2024

SAADI Samira<sup>1</sup>, ABBES Khadidja<sup>2</sup><sup>1</sup>Ecole Nationale Supérieure de Travaux Publics, sa.saadi@enstp.edu.dz<sup>2</sup>Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique, kabbes@cgs-dz.org

**Résumé** - Cet article met en évidence l'importance cruciale des géosciences, telles que la géologie, la géotechnique, la géophysique et l'aménagement du territoire, dans le domaine du génie civil orienté vers un futur environnemental durable. Ces disciplines fournissent des connaissances essentielles permettant aux ingénieurs de prendre des décisions éclairées et de concevoir des infrastructures sûres, durables et adaptées aux conditions géologiques et environnementales spécifiques. L'article explore comment l'intégration de ces connaissances géo scientifiques assure la stabilité, la fiabilité et la protection de l'environnement dans la réalisation de projets d'ingénierie civile. Bien que le domaine des géosciences soit vaste, l'accent sera mis sur les disciplines clés ayant un rôle crucial dans la planification d'infrastructures durables et sécurisées. Le parcours de vie des infrastructures face aux risques dépend de cette interconnexion.

**Mots - clés** : Génie Civil, Géosciences, Géologie, Géotechnique, Géophysique, Aménagement du territoire.

**Abstract**- This article highlights the crucial importance of geosciences, such as geology, geotechnics, geophysics and land-use planning, in the field of engineering for a sustainable environmental future. These disciplines provide essential knowledge to enable engineers to make informed decisions and design safe, sustainable infrastructures adapted to specific geological and environmental conditions. The article explores how the integration of this geoscientific knowledge ensures stability, reliability and environmental protection in the delivery of civil engineering projects. Although the field of geosciences is vast, the focus will be on key disciplines that play a crucial role in planning safe and sustainable infrastructures. The life cycle of infrastructures in the face of risks depends on this interconnection.

**Keywords:** Civil Engineering, Geosciences, Geology, Geotechnics, Geophysics, Regional Planning.

### 1-Introduction

L'ingénierie civile durable offre un avenir prometteur en harmonisant les intérêts économiques, environnementaux et sociaux [1]. Les infrastructures durables réduisent les coûts à long terme grâce à leur résilience et leur faible besoin en maintenance, tout en préservant l'environnement par la réduction des émissions de carbone et l'utilisation responsable des ressources. Ces projets améliorent la qualité de vie des communautés en fournissant des services fiables et en renforçant leur résilience face

aux changements climatiques. Adopter une approche durable est essentiel pour assurer un avenir prospère et responsable.

Au cœur de cette vision de durabilité, les géosciences jouent un rôle primordial en fournissant des connaissances essentielles à l'ingénieur en génie civil. Entre autres, elles permettent une analyse géologique détaillée pouvant révéler la nature du sol ainsi que d'évaluer sa résistance et de cartographier ses caractéristiques souterraines [2].

La géologie, la géotechnique, la géophysique et l'aménagement du territoire sont autant de disciplines qui s'entrelacent harmonieusement pour permettre des décisions éclairées lors de la conception d'infrastructures sécurisées et durables. Ces sciences de la terre contribuent également à minimiser les risques liés aux aléas naturels et à préserver notre précieux environnement.

Cet article vise à démontrer l'importance capitale des géosciences dans le domaine de l'ingénierie civile, en mettant en évidence leur rôle dans la conception, la construction et la gestion de projets durables et sûrs. Nous explorerons comment l'intégration de ces connaissances géo scientifiques dans le processus de prise de décision de l'ingénieur en génie civil permet d'assurer la stabilité, la fiabilité et la préservation de l'environnement dans tous les projets réalisés. Bien que nous ne puissions couvrir en détail toutes les disciplines géo scientifiques, nous mettrons l'accent sur certaines clés, car elles constituent des atouts majeurs pour l'avenir du génie civil durable.

## **2- La Géologie et le Génie Civil : des alliés indispensables pour des infrastructures durables**

La science de la géologie et le domaine du génie civil sont indissociables, car la connaissance géologique est un pilier essentiel pour une planification, une conception et une construction efficaces et durables des infrastructures civiles [3]. Les ingénieurs civils travaillent main dans la main avec les géologues pour intégrer ces aspects géologiques dans leurs projets, assurant ainsi la sécurité, la stabilité et la résilience des constructions.

Avant d'entamer la conception d'un projet, l'ingénieur en génie civil procède à une étude de site approfondie, incluant une analyse géologique. Cette étape cruciale permet de comprendre la composition du sol, la présence de roches, les propriétés géotechniques et les conditions

hydrologiques du site. Ces informations sont vitales pour évaluer les risques géologiques potentiels et adapter la conception en conséquence [4].

La sélection des fondations adaptées représente également un défi majeur. En fonction des caractéristiques géologiques du sol et des roches sous-jacentes caractéristiques physico-mécaniques du sol et des roches sous-jacentes, différentes techniques de modélisation de fondation sont envisagées pour assurer une stabilité optimale de la structure [5].

Les projets du génie civil peuvent parfois être confrontés à des risques géologiques tels que les glissements de terrain, l'érosion côtière ou les mouvements de sols mouvements gravitaires. En intégrant les connaissances géologiques, l'ingénieur peut mettre en place des mesures d'atténuation pour minimiser ces risques et assurer la sécurité tant des infrastructures que des populations environnantes [6].

La sélection judicieuse des matériaux de construction est également influencée par les propriétés géologiques des agrégats et des roches. L'ingénieur en génie civil doit faire preuve de discernement pour choisir les matériaux les mieux adaptés, en tenant compte de leur compatibilité géologique et de leurs performances dans le contexte spécifique du projet [7].

Un autre aspect crucial est la prise en compte des impacts environnementaux. Grâce à la compréhension des sciences géo scientifiques, l'ingénieur peut évaluer les conséquences potentielles de ses projets sur l'écosystème local et concevoir des solutions respectueuses de l'environnement [8].

En somme, en intégrant les connaissances en géologie dans le processus de prise de décision, l'ingénieur en génie civil gagne en perspicacité sur le contexte géologique du projet, anticipe les défis possibles et met au point des solutions sur mesure pour assurer

la réussite et la durabilité des ouvrages. Cette collaboration fructueuse entre géologues et ingénieurs nous rapproche d'un avenir où les infrastructures s'harmonisent parfaitement avec la nature, contribuant ainsi à un monde plus sûr, plus résilient et plus durable.

### **3- L'importance cruciale des connaissances en géotechnique pour le Génie Civil**

Lorsqu'un ingénieur en génie civil se lance dans un projet de construction, il sait que la clé de la stabilité, de la sécurité et de la fiabilité réside dans l'intégration des connaissances en géotechnique [9]. Ces précieuses informations proviennent d'une évaluation approfondie du site, où sont collectées des données géotechniques vitales telles que la composition du sol, la stratigraphie, la porosité, la perméabilité et les caractéristiques mécaniques. Ces données permettent de mieux comprendre les propriétés géotechniques du sol une meilleure caractérisation des sols ainsi que de prédire leur comportement à court et à long terme et du sous-sol sur lesquels le projet prendra racine.

Quand vient le moment de concevoir les fondations, les données géotechniques sont d'une valeur inestimable. Elles guident l'ingénieur en génie civil dans le choix du type de fondation le mieux adapté aux conditions du site vis-à-vis de la capacité portante des sols en place [10]. En fonction des propriétés géotechniques du sol, différentes méthodes de fondation sont envisagées différents types de fondation, allant des fondations superficielles aux fondations profondes, en passant en cas de nécessité par les techniques de renforcement du sol.

La stabilité des pentes est également un défi majeur pour certains projets [11]. Grâce à l'analyse géotechnique, l'ingénieur peut évaluer la stabilité du sol sur des terrains en pente et, si besoin, proposer des mesures de stabilisation telles que des travaux de

terrassement, des techniques de renforcement ou des systèmes de drainage.

Les données géotechniques sont également utilisées pour calculer la capacité portante du sol [12]. Cela permet de déterminer si le sol peut supporter les charges prévues par la construction sans risque de défaillance ou d'affaissement.

Les propriétés géotechniques des matériaux de construction, tels que les remblais ou les matériaux de soutènement, sont prises en compte pour garantir leur compatibilité avec le sol environnant et leur capacité à résister aux contraintes du projet [13].

Une gestion proactive des risques géotechniques est un autre avantage des connaissances en géotechnique. L'ingénieur peut mieux évaluer les risques géologiques potentiels, comme les glissements de terrain ou les liquéfactions sismiques, et concevoir des mesures de prévention et d'atténuation pour minimiser ces dangers [14].

Pendant la construction, la surveillance géotechnique permet de suivre les performances du sol en temps réel l'évolution ou le comportement du sol. Cela permet à l'ingénieur de s'assurer que les conditions réelles correspondent aux prévisions modélisations géotechniques, garantissant ainsi la sécurité et la réussite du projet [15].

En conclusion, intégrer les connaissances en géotechnique dans le processus de prise de décision est essentiel pour un ingénieur en génie civil. Cela lui permet de comprendre les caractéristiques du sol et du sous-sol, de concevoir des solutions adaptées aux contraintes géotechniques spécifiques et de prendre des décisions éclairées pour assurer la sécurité et la réussite des projets de construction. En construisant sur des fondations solides, l'ingénieur peut édifier un futur prometteur et durable pour les générations à venir

#### 4- Le Génie Civil à la recherche des profondeurs : le besoin croissant de la géophysique

La géophysique est devenue un outil indispensable pour répondre aux défis complexes liés à la construction d'infrastructures modernes et durables. Les ingénieurs en génie civil ont désormais un besoin croissant de la géophysique pour explorer les profondeurs du sous-sol et obtenir des informations cruciales qui éclairent leurs décisions de conception et de construction.

La géophysique permet aux ingénieurs de cartographier les caractéristiques géologiques sert à déterminer les paramètres physiques et géotechniques du sous-sol de manière non invasive par le recours à la modélisation ainsi qu'à imager les différentes interfaces [16]. Grâce à des techniques avancées telles que la sismique réflexion, la tomographie électrique, la prospection magnétique et la prospection géo radar, ils peuvent obtenir des données précises sur la composition des sols, les structures souterraines et les variations de densité.

La technique de l'imagerie du sous-sol lors de la conception des ouvrages du génie civil pour la reconnaissance de la sub-surface est d'une importance capitale en prenant conscience des règles et pratiques en vigueur dans la construction parasismique pour assurer la robustesse de ces installations. En détectant les vides souterrains, les cavités, les poches d'eau et d'autres anomalies potentielles, les ingénieurs peuvent anticiper les risques géotechniques et mettre en place des mesures préventives pour garantir la stabilité des fondations et la sécurité des structures [17].

Les données géophysiques complètent également les informations obtenues grâce aux études géotechniques traditionnelles, en fournissant des paramètres physiques et la structure du sol sur de plus grandes

profondeurs [18]. Cela permet aux ingénieurs de mieux évaluer les propriétés mécaniques et hydrauliques du terrain, leur permettant ainsi un dimensionnement optimal du design et de la gestion dès la phase d'esquisse des bâtiments [19].

En outre, la géophysique joue un rôle déterminant dans la gestion durable des ressources. En caractérisant les aquifères souterrains grâce à des méthodes telles que la sismique réfraction et les relevés électromagnétiques, les ingénieurs peuvent mieux comprendre la disponibilité en eau souterraine et planifier de manière responsable les projets de gestion des ressources en eau [20].

La détection des zones potentiellement contaminées par des polluants souterrains est une autre application précieuse de la géophysique dans le domaine du génie civil [21]. Cette information est essentielle lors de la conception de projets de remédiation environnementale pour protéger les écosystèmes et la santé publique.

Souvent ces techniques sont corrélées avec les données géologiques afin de répondre aux problématiques dans des contextes géologiques complexes.

Ainsi, les ingénieurs en génie civil reconnaissent de plus en plus l'importance cruciale de la géophysique pour prendre des décisions éclairées, anticiper les défis géotechniques, améliorer la sécurité et la durabilité des projets, et contribuer à une meilleure utilisation des ressources. En collaboration avec les géophysiciens, ils peuvent explorer les mystères du sous-sol pour construire un avenir bâti sur des fondations solides et responsables.

## 5- Des infrastructures durables : l'impact positif de l'aménagement du territoire en Génie Civil

L'intégration pertinente des connaissances en aménagement du territoire est un pilier clé dans le domaine du génie civil durable. Les infrastructures que nous concevons et construisons aujourd'hui auront un impact sur notre société et notre environnement pendant des décennies. Il est donc primordial de tenir compte des aspects environnementaux, sociaux et économiques dès la phase de planification pour garantir des projets durables et adaptés aux besoins de la collectivité.

L'une des premières étapes de tout projet d'ingénierie civile consiste à analyser les besoins de la population et les contraintes du territoire. En travaillant en étroite collaboration avec les urbanistes et les spécialistes de l'aménagement du territoire, l'ingénieur en génie civil peut appréhender les enjeux sociaux et environnementaux liés au projet. Cette analyse approfondie permet de concevoir des infrastructures qui s'intègrent harmonieusement dans leur environnement et qui répondent aux besoins réels des communautés [22].

La planification spatiale est un autre aspect essentiel dans l'intégration des connaissances en aménagement du territoire. En tenant compte des plans d'urbanisme, des espaces naturels protégés, des réseaux de transport existants et des zones sensibles, l'ingénieur peut prendre des décisions éclairées sur l'emplacement optimal des infrastructures [23]. Cela permet de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement tout en améliorant l'accessibilité des infrastructures pour tous les usagers.

La prise en compte de l'environnement est une préoccupation majeure pour l'ingénieur en génie civil [24]. En intégrant les considérations environnementales dès la phase de conception, il peut protéger les

espaces verts, gérer de manière responsable les eaux pluviales, préserver la biodiversité et réduire l'empreinte carbone des infrastructures. Cela garantit que les projets d'ingénierie civile contribuent à la préservation de notre environnement naturel.

Une approche participative est également essentielle dans l'intégration des connaissances en aménagement du territoire [25]. En impliquant le public dans la planification et la conception des projets, l'ingénieur en génie civil peut recueillir les avis et les préoccupations de la population locale. Cette démarche inclusive permet de prendre en compte les attentes des citoyens et d'assurer une prise de décision équilibrée et respectueuse des besoins de la collectivité.

La planification des transports est un domaine clé où les connaissances en aménagement du territoire jouent un rôle majeur [26]. En optimisant la conception des infrastructures de transport, en favorisant les solutions durables comme les transports en commun et les pistes cyclables, l'ingénieur peut réduire les problèmes de congestion et de pollution tout en améliorant la mobilité des citoyens.

La durabilité et la résilience sont des aspects cruciaux dans la conception des infrastructures [27]. Face aux défis environnementaux tels que les changements climatiques et les risques naturels, l'ingénieur en génie civil doit concevoir des infrastructures résilientes et capables de s'adapter aux changements futurs.

Enfin, la gestion des ressources est un aspect essentiel pour garantir la pérennité des projets d'aménagement du territoire. En utilisant de manière rationnelle l'eau et les matériaux de construction, en préservant les terres agricoles, l'ingénieur en génie civil peut contribuer à une utilisation responsable et durable des ressources naturelles [28].

En intégrant de manière cohérente et pertinente les connaissances en aménagement du territoire dans le processus de prise de décision, l'ingénieur en génie civil peut concevoir des projets d'infrastructures qui répondent aux besoins de la société, préservent l'environnement et favorisent un développement durable. Cette approche proactive permet d'anticiper les impacts futurs et de créer des solutions qui contribuent à un aménagement du territoire équilibré et respectueux de notre environnement [29].

## 6- Conclusion

En conclusion, les connaissances géo scientifiques jouent un rôle crucial dans le domaine du génie civil, en particulier lors de la conception des projets d'infrastructures. Elles fournissent des informations essentielles sur la composition du sol, la géologie du sous-sol, les propriétés mécaniques, hydrologiques et géotechniques du terrain, ainsi que sur les risques géologiques potentiels. Ces informations permettent à l'ingénieur en génie civil de prendre des décisions éclairées et d'élaborer des solutions adaptées pour assurer la stabilité, la sécurité et la durabilité des constructions.

L'intégration de ces données dans le processus de prise de décision permet à l'ingénieur de mieux comprendre le contexte géologique du projet, d'anticiper les défis liés au sol et au sous-sol, et de concevoir des fondations et des infrastructures adaptées aux contraintes spécifiques du site. Cela garantit que les projets de génie civil sont réalisés de manière sûre, résiliente et respectueuse de l'environnement.

De plus, les connaissances géo scientifiques aident à la gestion durable des ressources en eau, à la détection des pollutions souterraines, à l'évaluation des risques géologiques, à la planification des transports et à l'intégration harmonieuse des projets dans le tissu urbain existant. L'ingénieur en

génie civil peut également utiliser ces connaissances pour optimiser l'utilisation des ressources, minimiser les impacts négatifs sur l'environnement et promouvoir des pratiques de construction durables.

En somme, l'importance des géosciences dans le domaine du génie civil ne peut être surestimée. Elles fournissent une base solide pour la prise de décision, permettent d'appréhender les hétérogénéités spatiales du sous-sol et de l'environnement, et contribuent à la réalisation de projets d'infrastructures sûrs, efficaces et respectueux de leur contexte géologique et environnemental.

## Références bibliographiques

- [1] Silvius, G., Schipper, R. O. N., et Planko, J. Sustainability in project management. Gower Publishing, Ltd., 2012.
- [2] Chaminé, H. I., Teixeira, J., Freitas, L., et al. From engineering geosciences mapping towards sustainable urban planning. *European Geologist Journal*, vol. 41, p. 16-25, 2016.
- [3] Mclean, A. C. et Gribble, C. D. *Geology for civil engineers*. British Library Cataloguing in Publication, 1983.
- [4] El May M., Dlala M., Chenini I. Urban geological mapping: Geotechnical data analysis for rational development planning, *Engineering Geology*, Volume 116, Issues 1–2, ,Pages 129-138,ISSN 0013-7952, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2010.08.002>.
- [5] Chen, F. H. *Foundations on expansive soils*. Elsevier, 2012.
- [6] Kolathayar, S. *Civil Engineering for Disaster Risk Reduction*. Springer, 2022.
- [7] Czinder, B. et Török, Á. *Effects of long-term magnesium sulfate crystallisation tests on abrasion and durability of andesite aggregates*. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 80, p. 8891-8901C 2021.
- [8] Firbank, L. G. *Assessing the ecological impacts of bioenergy projects*. *BioEnergy Research*, 2008, vol. 1, no 1, p. 12-19.



- [9] Lala, A. et Voahanginirina, R. *Géotechnologie et géosciences: outils d'aide à la décision dans la gestion durable des sols*. Mada-Hary, vol. 1, p. 34-43, 2013.
- [10] Brinkgreve, R. B.J. *Selection of soil models and parameters for geotechnical engineering application*. In: Soil constitutive models: Evaluation, selection, and calibration. p. 69-98, 2005.
- [11] ABRAMSON, L. W., LEE, T. S., SHARMA, S., et al. "Slope stability and stabilization methods." John Wiley & Sons, 2001.
- [12] Zhu, F., Zhang, W., Dong, W., et al. *A new calculation method for the bearing capacity of soft soil foundation*. Advances in Mechanical Engineering, vol. 9, no 10, p65, 2017. 1687814017732520.
- [13] Garga, V. K. et O'shaughnessy, V. *Tire-reinforced earthfill. Part 1: Construction of a test fill, performance, and retaining wall design*. Canadian Geotechnical Journal, vol. 37, no 1, p. 75-96, 2000.
- [14] National Research Council, et al. *Geological and geotechnical engineering in the new millennium: opportunities for research and technological innovation*. National Academies Press, 2006.
- [15] Dunicliff, J. *Geotechnical instrumentation for monitoring field performance*. John Wiley & Sons, 1993.
- [16] Akintorinwa, O. J. et Oluwole, S. T. *Empirical relationship between electrical resistivity and geotechnical parameters: a case study of Federal University of Technology campus, Akure SW, Nigeria*. NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics, vol. 7, no 1, p. 123-133, 2018.
- [17] ABIDI, A., DEMEHATI, A., BANOUNI, H., et al. *The Importance of Underground Cavities Detection in the Choice of Constructible Areas: Case of the Agglomeration of Fez (Morocco)*. 2018.
- [18] Roger, M. *Le seisme, la centrale et la regle: instaurer et maintenir la robustesse des installations nucleaires en France*. Thèse de doctorat, université de Paris, 2020.
- [19] Dinh V.B. *Méthodes et outils pour le dimensionnement des bâtiments et des systèmes énergétiques en phase d'esquisse intégrant la gestion optimale*. Energie électrique. Université Grenoble Alpes, 2016. Français. NNT: 2016GREAT092. tel-01529763.
- [20] Comte, J. C., Cassidy, R., Nitsche, J., et al. *The typology of Irish hard-rock aquifers based on an integrated hydrogeological and geophysical approach*. Hydrogeology Journal, 2012, vol. 20, no 8, p. 1569.
- [21] Riwayat, A. I., Nazri, M. A. A., et Abidin, M. H. Z. *Application of electrical resistivity method (ERM) in groundwater exploration*. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing., p. 012094, 2018.
- [22] PARKIN, S., SOMMER, F., et UREN, S. "Sustainable development: understanding the concept and practical challenge." In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability. Thomas Telford Ltd. p. 19-26, 2003.
- [23] Cumbal, R., Calderón, X., Hincapié, R., Urquiza L. and Arévalo G. *Performance Analysis of a VANET with optimal infrastructure location in setting urban*. 2018 IEEE Colombian Conference on Communications and Computing (COLCOM), Medellin, Colombia, pp. 1-6, 2018, doi: 10.1109/ColComCon.2018.8466713.
- [24] Katsumi, T. *Soil excavation and reclamation in civil engineering: Environmental aspects*. Soil science and plant nutrition, vol. 61, no sup1, p. 22-29, 2015.
- [25] Blangy, S. et Deffner, A. *Impacts du développement minier sur les hommes et les caribous à Qamani'tuaq au Nunavut: approche participative*. Études/Inuit/Studies, vol. 38, no 1, p. 239-265, 2014.
- [26] CURTIS, C. et SCHEURER, J. "Planning for public transport accessibility: An international sourcebook." Routledge, 2016.
- [27] Pandey Smt. *Sustainable Development of Civil Engineering, Construction and Building Technology*, International Journal of Advanced



Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT), Volume 3, Issue 2, March 2023.

[28] HERSLUND, L., BACKHAUS, A., FRYD, O., et al. "Conditions and opportunities for green infrastructure–Aiming for green, water-resilient cities in Addis Ababa and Dar es Salaam." *Landscape and urban planning*, vol. 180, p. 319-327, 2018.

[29] De Clercq T. *Géophysique appliquée à la réhabilitation de sites contaminés*. Sciences de la Terre. Normandie Université, 2021. Français. NNT: 2021NORMR086. tel-03663403.