**Chapitre I : Généralités et propriétés physiques des roches**

**I.1-Introduction générale**

Les ***activités humaines*** n'ont cessé de **détériorer** notre ***environnement*** qui, par ailleurs, subit en permanence des **évolutions naturelles**, évolutions **spontanées** qui ne sont pas nécessairement favorables. Que les scientifiques se posent des **questions** sur l'état de l'environnement **immédiat**, ce n'est pas une **nouveauté**. Au **dix-neuvième siècle**, déjà, dès les premières ***accélérations de la civilisation industrielle***, on s'inquiétait de l'impact **du rejet de déchets**. A Londres, par exemple, **Michael Faraday** avait essayé d'attirer l'attention sur la pollution de la Tamise. Depuis la fin du vingtième siècle, cependant, ces préoccupations ont pris une importance croissante.

Les **dégradations** et contaminations sont **maintenant propagées** non seulement sur l'ensemble des **pays industrialisés** mais, vraisemblablement, dans l'ensemble du **Globe** et les **conséquences** pourraient être **catastrophiques**, notamment sur **la ressource en eau**.

Aujourd'hui, s'intéresser à des problèmes de l'environnement n'est donc pas simplement une option souhaitable mais **une nécessité impérative**. Cependant, il ne s'agit pas seulement d'interventions **minimalistes et techniques**, la compréhension d'un site naturel dans sa complexité est en général à la fois extrêmement difficile mais aussi **passionnante**. Les ***systèmes naturels*** dans l'environnement sont en général de taille modeste, disons quelques centaines de mètres de **profondeur au maximum**, et plutôt quelque ***cinquante mètre dans la plupart des cas***. Cependant, il s'agit de systèmes complexes car ils sont directement localisés à l'interface complexe entre ***roches, atmosphère et systèmes hydriques de surface***. Il s'agit **d'apprendre à intégrer le plus rapidement possible** dans un tel contexte les aspects ***géologiques, géochimiques, hydrogéologiques, physiques, voire même, de plus en plus, biologiques***. Ce qui est ici le plus intéressant est qu'il ne s'agit pas d'un enjeu limité à l'environnement; en effet, ce que nous apprenons à faire ainsi peut nous être du plus grand avantage pour ***aborder avec une approche originale le comportement physique d'un segment de faille ou un système géothermal sur un volcan***. Il s’agit avant tout de comprendre le **comportement d'un système naturel** en utilisant ***les outils les plus efficaces et les plus modernes***. Dans cette entreprise d’ambition tout à fait générale, ***les techniques de la géophysique peuvent apporter un grand secours***. L'objet de ce cours est de présenter une introduction **théorique** et **pratique** sur les différentes **méthodes géophysiques** et la misent en **application**.

**Définition**: La géophysique regroupe différentes méthodes mesurant les paramètres physiques des roches (vitesses de propagation d’ondes élastiques, densité, résistivité…). Les mesures peuvent se faire depuis la surface (au contact du sol ou de l’eau), dans les airs ou dans les forages. Traités, interprétés et combinés, les résultats de ces mesures permettent d’identifier la nature des roches et de leur contenu ainsi que la géométrie du sous-sol.

La géophysique utilise les méthodes de la physique pour étudier la Terre et son environnement. La « géophysique interne », objet de ce cours, concerne la structure du sous-sol et des grandes profondeurs terrestres, ainsi que les mouvements de [matière](https://www.universalis.fr/encyclopedie/matiere/) qui s’y produisent. Elle fait partie, avec la géologie, la géochimie, la [géodésie](https://www.universalis.fr/encyclopedie/geodesie/) et la [géodynamique](https://www.universalis.fr/encyclopedie/geodynamique/) de la discipline des sciences de la Terre parfois qualifiée de « Terre solide » par opposition aux disciplines concernant les océans et l’atmosphère.

**I.2**- **L'approche scientifique basée sur la géophysique**

Pour comprendre le comportement physique de la Terre, des concepts et des techniques particulières ont été mises en place au vingtième siècle. Parmi les techniques utilisées pour sonder la Terre, certaines peuvent être particulièrement efficaces pour étudier un site de subsurface. Nous distinguerons par exemple :

* Les méthodes sismiques (sismique réflexion, sismique réfraction, cartographie du bruit sismique)
* Les méthodes géodésiques (mesures de la déformation)
* Les méthodes gravimétriques
* Les méthodes magnétiques (au sol et aéroportées) et électriques (cartographies, sondages et tomographies électriques)
* Les méthodes électromagnétiques et géoradar (sondages et cartographies) avec leurs variantes en forages, auxquelles il faut ajouter les méthodes particulières à l'hydrogéologie (pompages, traçages).

Ces techniques ont acquis un très haut niveau de technicité et leur étude peut prendre des dizaines d'années. Ici, nous ne ferons que les effleurer, en essayant d'insister sur les fondements et quelques paramètres qu'il est utile de savoir évaluer. Mais la géophysique ne se limite pas à tout cet arsenal de techniques qui est certes très impressionnant. La géophysique fournit surtout un ensemble de concepts et de connaissances obtenus sur la Terre dont beaucoup sont fondamentaux pour la compréhension des systèmes naturels de petite et moyenne échelle. Ainsi allons-nous croiser les techniques avec les connaissances de la physique des roches.

**I.3 Domaines d’intérets de la géophysique**

**I.3.1 Recherche pétroliére :** la géophysique est présente en exploration et caractérisation des réservoirs potentienls.

* Lesprincipales disciplines: la sismique et les diagraphies.
* Les méthodes complémentaires:la gravimétrie, le magnétisme et la **magnétotellurique (**MT).

**I.3.2 Recherche minière:** la géophysique intervient dans l’exploration de l’ensemble des minerais.Elle contribue dans la mise en valeur des gisements ou mines. Les disciplines utilisées:

* Les méthodes électriques (PP, Pi ou PS) et électromagnétiques (EM, AMT,…),la radiométrie et les diagraphies.
* La sismique, la gravimétrie et le magnétisme peuvent intervenir dans ce domaine.

**I.3.3 Recherche hydrique:** la géophysique est présente en exploration des ressources en eaux souterraines (nappes superficielles et phréatiques).Les principales disciplines:les méthodes électriques.Les méthodes complémentaires:la gravimétrie et l’AMT.

**I.3.4 Surveillance sismique:** la géophysique intervient dans l’ensemble desrisques sismiques majeurs (tremblements de terre) ou mineurs (liés aux grands ouvrages d’art:barrages, ponts, etc.) par l’implantation de réseaux de surveillance fixes et/ou mobiles.

**I.3.5 Recherche archéologique:**La géophysique est aussi utilisée en archéologie pour la recherchee vestiges enfouis dans le sol.On utilise plusieurs techniques selon les objectifs recherchés.La gravimétrie est plus utilisée dans la recherche de cavités (tombes, cave aux galeries).Le magnétisme est quant à lui utilisé dans la recherche de fours ou objets cuits et aussi les objets ferreux.Les méthodes électriques sont utilisées pour la recherche de structures.

**I.3.6 Recherche criminalistique (foreinsic):** De nos jours les unités de criminalistiques (Police ou gendarmerie) font appelle à la géophysique pour résoudre des problèmes de criminologie.On utilise ces méthodes pour la recherche de cadavres enterrés ou jetés dans des rivières, lacs ou barrages.On utilise particulièrement le géoradar le magnétisme et les méthodes électriques.

**I.3.7 Génie civil:** la géophysique est indispensable dans l’étude des sols pour le bâti ou la réalisation des grands ouvrages (tracé d’autoroutes et de pipe-line, pistes d’aéroports, ponts, etc.).Les principales disciplines: toutes les méthodes électriques et électromagnétiques de surface, la microgravimétrie et la sismique.

**I.3.8 Environnement:** la géophysique est utile dans les études de pollutions naturelles et/ou artificielles et d’aménagement du territoire:

* Pour la recherche de pollutions terrestres par des métaux lourds ou autres substances ferriques.
* Pour déterminer l’étendue des zones polluées qui parfois nesont pas visibles en surface.

Les principales disciplines: Le magnétisme et électromagnétiques de surface, toutes les méthodes électriques, la microgravimétrie, la radiométrie.

**I.4 Matériels et équipements géophysiques**

Chaque méthode Géophysique a son propre matériel:

**I.4.1 Sismologie:** sismographe constitué d’un sismomètre et d’un enregistreur et d’une horloge qui donne le temps corrigé par rapport à une référence (RelaiOmega, GPS).

**I.4.2 Sismique:** laboratoires de sismique réflexion et réfraction équipés relié à un dispositif de géophones et d’une source sismique:TNT, marteau, camion à air comprimé (airGun), Camion vibreurs.

**I.4.3 Gravimétrie:** gravimètre absolu, gravimètre et microgravimètre de terrain.

**I.4.4 Magnétisme:** magnétomètres, gradiomètres et le flux gates.

**I.4.5 Méthodes électriques:** différents résistivimètres à différentes profondeurs d’investigations.

**I.4.6 Méthodes électromagnétiques:** plusieurs appareils EM ont été conçus pour différentes profondeurs d’investigations.

•station Mt et AMT.

**I.4.7 Radiométrie:** plusieurs appareils pour la mesure de l’énergie de radiation ont été développés (exemple: Scintillomètres).

**I.4.8 Diagraphies:** plusieurs sondes de diagraphies sont fabriquées pour l’acquisition des paramètres physiques dans les puits de forage. Chaque diagraphie a sa sonde (exemple AIT pour les résistivités, GR pour la radioactivité naturelle, CNL pour les diagraphies de neutrons, etc.).

**I.4.9 Positionnement:** plusieurs équipements ont été conçus pour la détermination des coordonnées des points de mesure: théodolites, stationtotale et GPS de navigation et DGPS.

**I.5 Géophysique et propriétés physiques des roches**

Les roches en tant que matière ont des propriétés physiques bien connues tel que :

* La résistivité (méthodes électriques)
* La conductivité (électromagnétique)
* La densité (la gravimétrie)
* La susceptibilité magnétique (magnétisme)
* La vitesse de propagation des ondes sismique+sismologie)
* La radioactivité (Mesures radioactives)
* La porosité (Diagraphie)
* La perméabilité (Diagraphie)
* L’anisotropie (sismique et électrique)

v **I.6 Sociétés de services géophysiques**

En Algérie, plusieurs sociétés nationales et multinationales de géophysiques ont présentent dans les différents domaines:

* **SONATRACH** avec ces Divisions Exploration et Production
* **ENAGEO** (Entreprise Nationale de Géophysique)
* **ORGM**(OfficedelaRechercheMinière)
* **CRAAG** (Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique)
* **CGS** (Centre de Génie Sismique)
* **ANRH** (Agence Nationale de la Recherche Hydrique)
* **ANB** (Agence Nationale des Barrages)
* **Les multinationales:**Schlumberger, Western Atlas, AGIPAlgérie, ANADARKO, BHP Belliton, PETRO CANADA, etc.
* **Les bureaux d’études:** Géophysique, Topographie Géodésie, Hydrogéologie, Géotechnique et Géologie (LTPC, LNHC, etc.)

**Références bibliographiques**

***Chapellier. D, 2001 :*** Prospection Electrique De Surface*,* cours online de géophysique, Université de Lausanne.Institut Français du Pétrole.

***DOBRIN, M. B., 1976****:* Introduction to Geophysical Prospecting, Mc Graw-Hill Book Co., General.

***Mazari, 2018 (rédiger par******MaRie CuRie)***): Les Cours de 2ème Année Géologie - Section B, Université des Sciences et de la Technologie HOUARI BOUMEDIENNE (USTHB).

***MEYER DE STADELHOFEN, C., 1991***: Application De La Geophysique Aux Recherches D’eau, Technique Et Documentation (Lavoisier), *General*