

Chapitre I : Généralités et Exploration et reconnaissance

I. Définition de Forage

Un **forage** est un trou creusé dans la Terre, l'équipement du trou tel les tubages et de manière générale les moyens techniques permettant de creuser varient en fonction de son dimensionnement et de ses objectifs. On fore pour explorer et/ou exploiter le sous-sol. Par exemple, des forages sont réalisés pour :

- trouver et exploiter des ressources naturelles enfouies (eau, pétrole, ressources minières) ;
- la géotechnique ;
- la géothermie ;
- la recherche scientifique pure.

L'implantation d'un forage est décidée à la suite de divers études (géologiques, géophysiques et hydrogéologiques) effectuées sur un bassin. Ces études permettent de se faire une idée de la constitution du sous-sol et des possibilités de gisements, mais elles ne peuvent déceler avec certitude la présence de diverses ressources naturelles enfouies. Seuls les forages pourront confirmer les hypothèses faites et mettre en évidence la nature des gisements contenus dans le sous-sol. Le forage devient alors incontournable soit pour exploration ou exploitation, le cycle générale de réalisation d'un forage :

- ✓ Etudes Géologiques ;
- ✓ Etudes Hydrogéologiques (Forage hydraulique) ;
- ✓ Etudes Géophysiques qui complètent les deux premières ;
- ✓ Implantation d'un forage (point d'impact) ;
- ✓ Création d'une voie d'accès, aménagement d'une plateforme et fosses de pompages ;
- ✓ Forage de reconnaissance en respectant les paramètres de forage (programme de forage) ;
- ✓ Tubage et cimentation ;
- ✓ Travaux de complétion.

II. But de la prospection

- Généralement le but essentiel de la prospection est de fournir les détails des qualités qui conditionnent le rendement potentiel d'un réservoir, qu'il soit aquifère ou pétrolier, sont principalement: son volume, sa porosité, son taux de saturation, sa perméabilité ;
- les différents fluides qu'il renferme (eau, huile, gaz) ;
- mettre en évidence les réservoirs ;
- la géométrie du réservoir ;
- la direction et l'inclinaison des puits hydrocarbures ;
- structure des limites (toit et substratum) ;
- structures du réservoir (porosité, fissures etc...) ;
- type de l'aquifère (libre, captive, semi-captive, fossile) ;
- relation de l'aquifère avec l'extérieur ;

III. Méthodes géophysiques

Les méthodes géophysiques consistent à effectuer depuis la surface du sol, des mesures de paramètres physiques dont l'interprétation permet d'imaginer la nature, la structure et les caractéristiques du sous-sol. Les informations recherchées par ces méthodes sont :

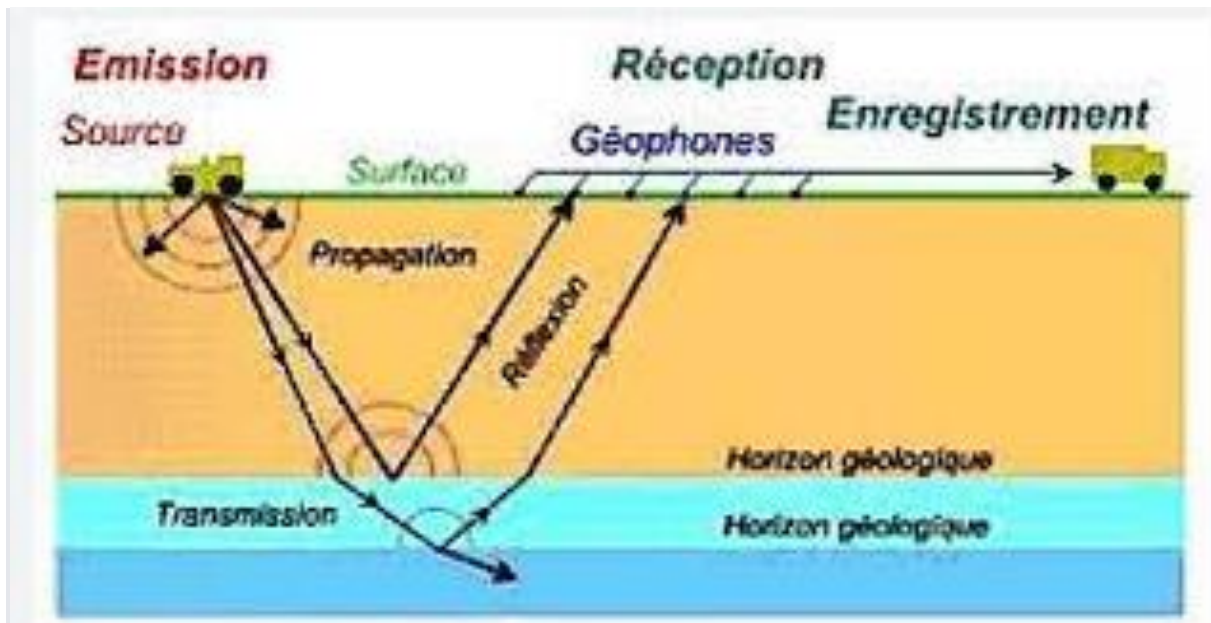
- ✓ l'épaisseur et la nature du recouvrement ;
- ✓ la présence et la nature des zones fissurées ;
- ✓ l'existence des fractures ;
- ✓ la profondeur du substratum ;
- ✓ la localisation et les caractéristiques de l'aquifère.

Il existe plusieurs méthodes :

III.1 Prospection par sismique de réfraction

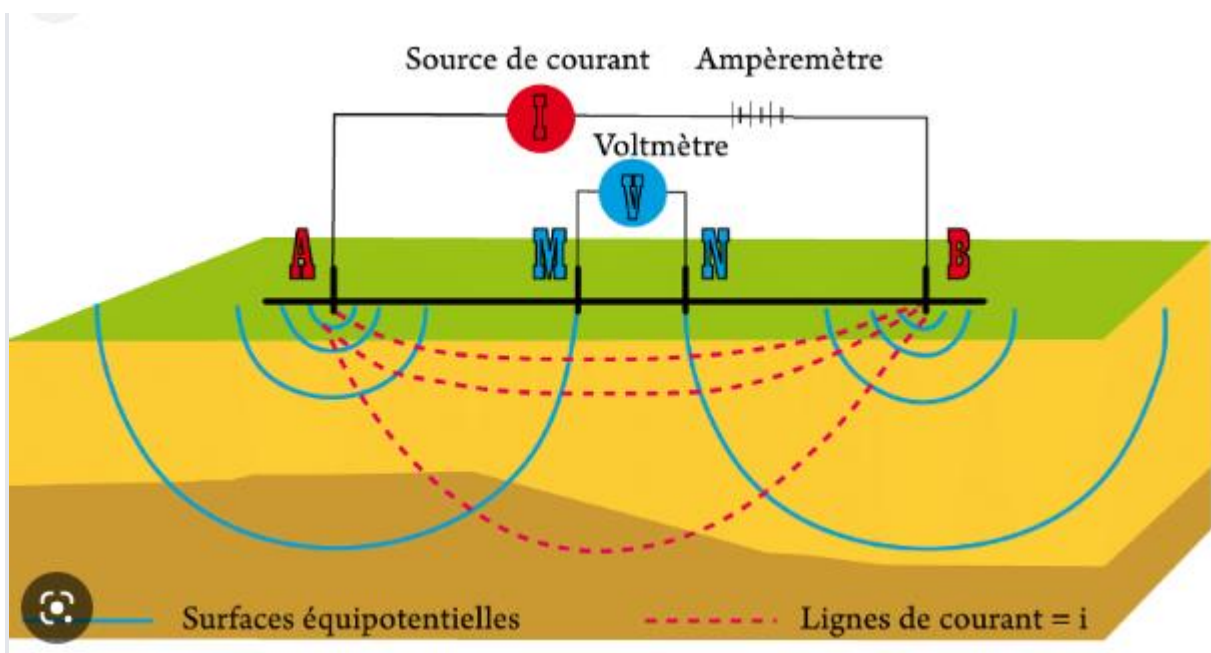
La sismique de réfraction consiste à étudier la propagation des ondes sismiques dans le sol. Le principe de la sismique de réfraction est que les ondes générées en plusieurs points à la surface (points de tir) sont enregistrées suivant un dispositif de capteurs sismographes (géophones) régulièrement espacés le long d'un profil rectiligne. L'analyse des temps de trajet des ondes sismiques conduit à définir les vitesses sismiques et les géométries des différentes couches du sous-sol. On réalise classiquement un tir direct et un tir inverse (on permute l'emplacement des géophones et du point de tir).

Les temps d'arrivée des ondes réfractées, mesurés en différents sismographes, sont par la suite portés en graphique en fonction des distances.



III.2 Prospection électrique

Le principe consiste à injecter dans le sol un courant continu d'intensité I entre deux électrodes extrêmes A et B (ligne d'émission) et à mesurer la différence de potentiel ΔV créée entre deux électrodes médianes M et N (ligne de réception). L'intensité I est affichée sur un ampèremètre et la différence de potentiel V est mesurée sur un potentiomètre. Les quatre électrodes sont disposées dans un même alignement et symétriquement par rapport au centre du dispositif. On utilise généralement le dispositif Schlumberger, où la distance MN est petite devant la distance AB. L'opération permet de déduire la résistivité apparente du terrain.



Pour une formation donnée, la profondeur d'investigation dépend de l'écartement des électrodes AB. On estime l'épaisseur de cette tranche de terrain comprise entre $AB/2$ et $AB/6$: plus les formations sont argileuses, plus elles sont conductrices, et plus l'épaisseur de terrain concerné est faible.

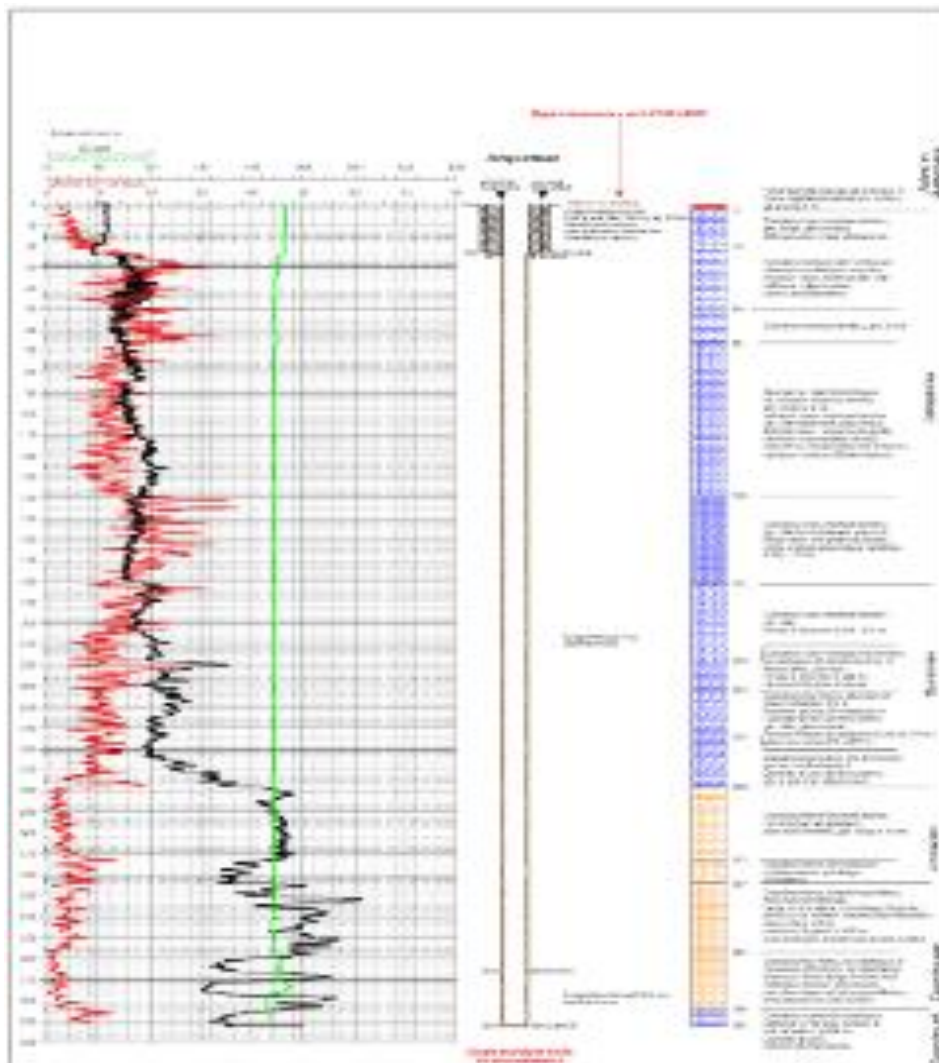
III.3 Diagraphie

La reconnaissance des formations géologiques traversées par un sondage se fait tout d'abord en exploitant les renseignements directs obtenus au cours du forage (diagraphies instantanées). On enregistre les paramètres de forage (poids sur l'outil, vitesse d'avancement, poussée des fluides de forage, examen des cuttings, examen qualitatif et quantitatif de la boue, indices d'eau, gaz ou d'huile etc...). Mais généralement on se heurte à la dispersion dans le temps et dans l'espace qu'impose le transit par la boue de tout échantillon venant du fond du trou, souvent aggravée par la contamination due aux éboulements des parois à différentes profondeurs, il peut en résulter une grande confusion. Seul le carottage mécanique continu donne l'image exacte de la succession des couches géologiques et certaines de leurs caractéristiques physiques. Cependant certaines informations ne peuvent être fournies par le carottage telle la valeur et la direction des pendages, la nature et la quantité exacte des fluides en place, etc.... Pour remédier à ces inconvénients on fait appel aux enregistrements dans les forages (diagraphies ou logging).

Une diagraphie est un enregistrement continu des variations d'un paramètre physique en fonction de la profondeur. Les diagraphies sont enregistrées lors d'un arrêt ou en fin de forage d'où le nom de diagraphies différées. Des outils, conçus dans ce but, sont descendus dans le trou de forage. Pour autant que l'on sache relier les paramètres mesurés et leurs variations aux propriétés physiques et/ou chimiques des formations géologiques et des fluides connus, on dispose d'un instrument sans égal pour étudier les roches et leur contenu éventuel. Il existe des relations étroites entre les paramètres physiques enregistrés et les paramètres géologiques. Les diagraphies sont donc très utiles pour faire des corrélations de puits à puits et donnent des indications très précieuses sur les variations lithologiques. Les résultats qu'on peut obtenir avec les diagraphies sont :

- Mettre en évidence les réservoirs d'hydrocarbures
 - Mettre en évidence les zones productrices d'eau ;
 - Déterminer porosité, saturations et hauteur imprégnée ;
 - Volume d'hydrocarbures en place ;
-

- Mettre en évidence les zones à pression anormale ;
- Prévention des venues ;
- Apprécier la qualité du ciment ;
- Aide au choix de l'outil de forage ;
- Aide à l'interprétation des données sismiques ;
- Diamètre ;
- Radioactivité.



III.4 Sondages de reconnaissance

Le forage de reconnaissance est le moyen le plus courant d'avoir accès au sous-sol et de recueillir des informations sur le sous-sol. Les informations proviennent d'une section

cylindrique de roche ramenée à la surface, appelée carotte. Vu l'effort qui est nécessaire pour obtenir ces informations et vu qu'à l'échelle humaine, la composition et la structure du sous-sol ne change pas, les carottes de forage constituent des archives du sous-sol d'une grande valeur qu'il est important de conserver pour des investigations futures. Comme les roches sédimentaires sont en général de plus en plus anciennes en allant vers la profondeur, une carotte de forage constitue un voyage dans le temps vers des époques géologiques passées, permettant d'explorer l'évolution de la vie (paléontologie) et de retourner aux conditions de milieu de l'époque (paléogéographie).

Les sondages de reconnaissances sont des puits de petit diamètre de l'ordre de 6 à 8 cm, dont leur réalisation et équipement est similaire à ceux des forages d'exploitation. Les sondages (forages) de reconnaissance permettent de vérifier les hypothèses émises et apportent des informations indispensables (investigation, mesures et essais, prélèvement d'échantillons d'eau et de sol, observations périodiques) comme ils permettent d'effectuer des diagraphies et des essais de pompage. Lorsqu'il s'agit de forages à but hydrogéologique ils sont le plus souvent carottés, par contre en prospection pétrolière il s'agit en général de forages destructifs.
