



# **Echantillonnage et analyse en laboratoire**

**Université de Jijel**

**Faculté des sciences de la Nature et de la vie**

**Département des sciences de la terre et de l'univers**

---

## **Echantillonnage et analyse en laboratoire**

**Dr. Souhil MAHDID**

University of Jijel, Algeria

Faculty of Nature Sciences and  
Life

Department Earth Sciences and  
Univers

Email: [souhil.mahdid@univ-jijel.dz](mailto:souhil.mahdid@univ-jijel.dz)

# Echantillonnage et analyse en laboratoire

## Introduction

Le sol, qu'il soit meuble ou cohérent, se distingue des autres milieux naturels tels que l'eau et l'air par un degré élevé d'hétérogénéité, tant dans sa constitution que dans la distribution de ses composantes. Ses propriétés physico-chimiques lui confèrent par ailleurs une capacité variable de stockage d'éléments chimiques et de matière organique. En raison de la diversité des processus de déposition géologique, la nature et la composition du sol peuvent présenter de fortes variations spatiales, aussi bien à l'échelle horizontale que verticale, parfois sur de très courtes distances. De plus, certains affleurements renferment des informations essentielles sur les paléo-environnements et sur des processus géologiques passés nécessitant une interprétation rigoureuse. Dans ce contexte, il apparaît indispensable d'adopter une démarche rationnelle et prudente lors des opérations d'échantillonnage, afin de garantir la représentativité et la fiabilité des données collectées.



**Fig. I.** Opération d'échantillonnage

Avant d'engager une campagne d'échantillonnage, il est essentiel de procéder à une analyse approfondie des données existantes, incluant notamment l'historique du site, afin de définir avec précision les objectifs de l'étude. Cette étape préliminaire permet d'orienter efficacement la stratégie d'investigation et de limiter les incertitudes liées au contexte géologique. Des méthodes d'investigation indirectes, présentées ultérieurement, peuvent être mobilisées en complément afin d'enrichir la base d'informations disponibles.

La collecte des données existantes repose principalement sur une revue documentaire exhaustive, comprenant l'analyse de l'historique du terrain et la réalisation d'une visite de reconnaissance visant à caractériser les conditions physiques et géologiques du site. Les informations relatives à l'historique du terrain fournissent des indications essentielles sur le milieu de dépôt, notamment en ce qui concerne les paléo-courants et les processus de genèse

# Echantillonnage et analyse en laboratoire

des formations géologiques. Elles incluent également des données sur les activités anthropiques actuelles et passées susceptibles d'avoir modifié le milieu.

Par ailleurs, la connaissance des structures tectoniques, ainsi que des caractéristiques pétrographiques et minéralogiques, constitue un préalable indispensable à toute interprétation géologique pertinente. L'utilisateur ou gestionnaire du site représente souvent une source d'information privilégiée, disposant généralement de documents tels que des cartes, des plans ou des rapports issus de campagnes d'échantillonnage antérieures.

Enfin, une caractérisation aussi précise que possible des propriétés physiques et chimiques du terrain est requise lors d'une campagne d'échantillonnage. Les observations réalisées en surface et en profondeur permettent une meilleure compréhension des processus géologiques en place et contribuent à une localisation optimale des points d'échantillonnage. À cet égard, les principaux éléments à identifier comprennent les caractéristiques de surface, le contexte géologique et hydrogéologique, ainsi que les résultats d'éventuelles études géotechniques antérieures.

Les caractéristiques de surface à considérer concernent principalement l'état de la couverture végétale, la topographie du site, le réseau hydrographique ainsi que le contexte climatique. Une partie de ces informations peut être obtenue à partir de cartes topographiques, d'images satellitaires ou de photographies aériennes. Par ailleurs, la présence d'infrastructures anthropiques (ouvrages, réseaux enterrés, remblais, etc.) est susceptible de modifier significativement les propriétés du sous-sol et doit, à ce titre, être prise en compte.

Le cadre géologique et hydrogéologique du terrain est établi par la collecte de données relatives à la stratigraphie et, le cas échéant, à la nappe phréatique, notamment son niveau, sa dynamique et ses usages actuels ou potentiels. Des outils tels que les cartes géologiques et géomorphologiques, les rapports de forage ou encore l'observation directe de coupes géologiques sur site constituent des sources d'information essentielles. L'ensemble de ces données, combiné à la compréhension des mécanismes physiques et hydrodynamiques du sol, permet d'identifier de manière préliminaire les zones les plus susceptibles de présenter un intérêt particulier et d'orienter efficacement la stratégie d'échantillonnage.

Les propriétés physiques, chimiques et mécaniques des sols jouent un rôle déterminant dans la fiabilité et la pertinence des études menées, en fonction des caractéristiques du terrain étudié. Le devenir d'une composante chimique au sein du sol dépend étroitement de ses propriétés physico-chimiques et mécaniques, telles que la solubilité, l'élasticité, la plasticité, le potentiel de gonflement, ainsi que la perméabilité et la porosité du milieu.

# Echantillonnage et analyse en laboratoire

## I. Méthodes d'investigation indirecte

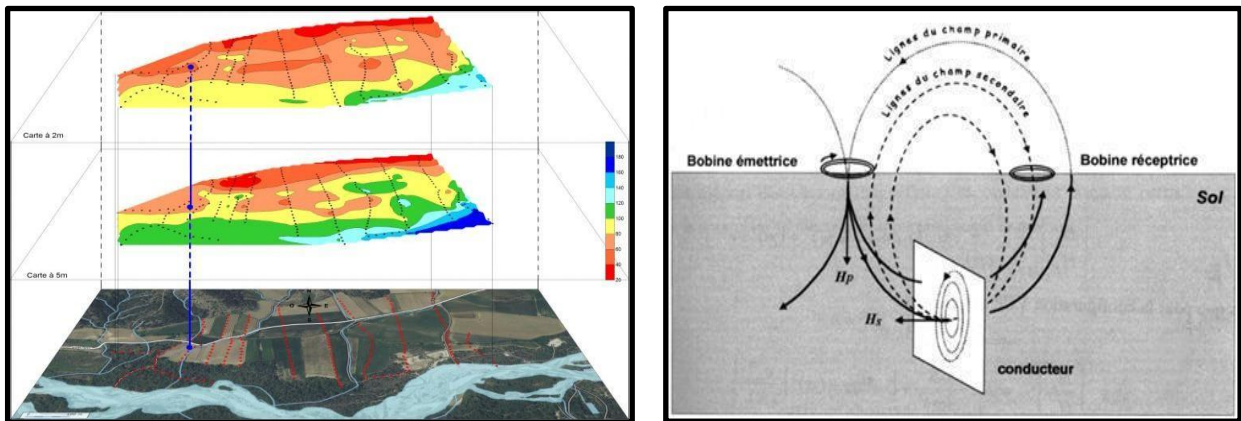
Des méthodes indirectes d'investigation peuvent être mises en œuvre afin d'améliorer l'identification et la délimitation des zones cibles à échantillonner. Ces approches ne se substituent pas aux méthodes d'échantillonnage direct, mais les complètent de manière efficace en amont ou en appui de celles-ci. Leur principal avantage réside dans leur caractère non intrusif, permettant d'explorer le sous-sol sans perturber le milieu étudié. Les informations obtenues sont généralement qualitatives, voire semi-quantitatives, et servent principalement à orienter et optimiser les campagnes d'échantillonnage.

Parmi les principales méthodes d'investigation indirecte des terrains figurent :

- **La télédétection** : qui exploite les données satellitaires pour analyser les variations de surface, la morphologie, l'occupation du sol et certaines anomalies pouvant refléter des structures du sous-sol.
- **Les photographies aériennes** : utilisées pour l'interprétation géomorphologique, la reconnaissance des linéaments, des discontinuités structurales et des traces d'activités anthropiques.
- **Les méthodes géophysiques de prospection** : incluant notamment
  - le **géoradar (GPR)**, adapté à l'imagerie des structures superficielles et à la détection d'hétérogénéités,
  - la **résistivité électrique**, permettant de caractériser les contrastes lithologiques et l'état hydrogéologique du milieu,
  - la **réfraction sismique**, utilisée pour déterminer la stratification du sous-sol et les variations de compacité ou de vitesse des ondes.
- **La méthode radioactive de levé au radon** : qui repose sur la mesure des émissions de radon afin de repérer des zones de fracturation, de failles ou de circulations préférentielles des fluides.

L'intégration de ces différentes méthodes contribue à une meilleure compréhension du contexte géologique et hydrogéologique du site, tout en réduisant l'incertitude liée au choix des points d'échantillonnage.

# Echantillonnage et analyse en laboratoire



**Fig. II.** Méthodes d'investigation indirecte

## II. Echantillonnage

Avant d'entreprendre une campagne d'échantillonnage, le chargé de projet doit définir avec précision les objectifs de l'étude. Lorsque plusieurs objectifs sont poursuivis, il est recommandé de planifier la campagne en plusieurs phases successives. À titre d'exemple, une étude de caractérisation préliminaire du site peut être réalisée en premier lieu afin d'orienter les investigations ultérieures.

La localisation des stations d'échantillonnage est généralement établie à partir de documents cartographiques (cartes topographiques, géologiques ou thématiques). Les emplacements définis en plan sont ensuite repérés et matérialisés sur le terrain.

Les principales approches utilisées lors des campagnes d'échantillonnage sont les suivantes :

### A. Échantillonnage ciblé

Cette méthode consiste à prélever des échantillons de sol à des emplacements précis, identifiés à partir d'informations préalables (données historiques, observations de terrain, anomalies géophysiques ou géochimiques) suggérant la présence d'un phénomène particulier.

### B. Échantillonnage aléatoire systématique

Cette approche repose sur un prélèvement des échantillons selon une structure régulière, généralement sous forme de maillage. Différentes configurations de mailles peuvent être utilisées, la grille carrée étant la plus courante. Dans certains cas, l'application de la géostatistique permet de déterminer la dimension optimale des mailles. La géostatistique est une méthode statistique dédiée à l'analyse de données spatialisées présentant une corrélation dans l'espace.

### C. Échantillonnage aléatoire simple

# Echantillonnage et analyse en laboratoire

Cette méthode consiste à prélever des échantillons en des points choisis de manière aléatoire sur l'ensemble du site, sans structure prédéfinie, afin d'obtenir une représentation globale et non biaisée du milieu étudié.

## III. Types d'échantillons

Lors de la caractérisation des sols, deux principaux types d'échantillons peuvent être prélevés :

### A/ L'échantillon ponctuel

L'échantillon ponctuel est prélevé à un emplacement précis du terrain. Il permet d'obtenir une information détaillée et localisée sur le faciès du sol. Ce type d'échantillonnage est particulièrement utile pour analyser la variabilité spatiale de la lithologie, de la paléontologie ainsi que la présence éventuelle de structures ou de déformations. Il offre ainsi une vision fine des caractéristiques géologiques à différents points du site étudié.

### B/ L'échantillon composé

L'échantillon composé est constitué de plusieurs sous-échantillons individuels prélevés dans un même secteur ou un même lot. Ces sous-échantillons sont ensuite mélangés, soit en proportions égales, soit de manière proportionnelle au poids ou au volume représenté par chaque sous-échantillon. Ce type d'échantillon permet d'obtenir une caractérisation moyenne du sol sur une zone donnée et est particulièrement adapté aux études à l'échelle globale.

Quel que soit le type d'échantillon, celui-ci doit être :

- représentatif de l'emplacement ou du secteur étudié ;
- prélevé avec un volume suffisant pour répondre aux exigences des analyses prévues (géologiques, géochimiques, géotechniques, etc.).

Les méthodes d'échantillonnage peuvent être classées en trois grandes catégories :

- ✓ **L'échantillonnage de faible profondeur** : généralement réalisé à la surface ou dans les premiers horizons du sol.
- ✓ **L'échantillonnage dans un puits d'exploration ou une tranchée** : permettant une observation directe de la stratigraphie et un prélèvement ciblé.
- ✓ **L'échantillonnage à partir d'un forage** : utilisé pour atteindre des horizons plus profonds et obtenir des informations continues en profondeur.

Différents types d'échantillonneurs sont utilisés en fonction :

- ✓ de la méthode d'échantillonnage retenue ;
- ✓ de la profondeur visée ;
- ✓ de la granulométrie et de la cohésion des sols à échantillonner.

# Echantillonnage et analyse en laboratoire

Tableau I : les principaux types d'échantillonneurs de sols

Matériel (référence aux pages de la section)	APPLICATION GÉNÉRALE	AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS
Pelle et truelle	Sol de faible profondeur (0-1 m) ou dans une tranchée	Facile à utiliser, très facilement disponible, prélèvement d'un échantillon remanié.
Tarière manuelle	Sol de faible profondeur (0-1 m)	Facile à utiliser, prélèvement d'échantillons remaniés, peu utilisable dans les sols compacts ou rocailleux.
Tube d'échantillonnage	Sol de faible profondeur (0-0,5 m) ou dans une tranchée	Facile à utiliser, peu coûteux, faible remaniement du sol (souhaitable pour des composés volatils), volume restreint de sol, difficile à utiliser dans les sols compacts ou rocailleux.
Carottier fendu	Généralement utilisé avec un équipement de forage (0 m – roc)	Peu de remaniement de l'échantillon, permet l'utilisation de manchons pour aider à maintenir l'intégrité de l'échantillon, durable, peut être utilisé dans des sols compacts, permet l'échantillonnage en continu.
Tube à paroi mince (Shelby)	Généralement utilisé avec un équipement de forage (Sols argileux et silteux (0 m – roc)	Prélèvement d'échantillons non remaniés, peut être utilisé directement pour le transport au laboratoire, permet l'échantillonnage en continu, pas utilisable dans les sols rocailleux.
Tube carottier de tarières creuses	Utilisé avec une foreuse à tarières creuses (Sols argileux et silteux (0 m – roc)	Prélèvement d'échantillons non remaniés, facilite l'échantillonnage en continu des sols silteux et argileux, pas utilisable dans les sols rocailleux.
Tube carottier pour foreuses rotatives	Sol et roc (Utilisé avec une foreuse rotative uniquement)	Permet l'échantillonnage de formations de sols contenant des blocs, facilite l'échantillonnage en continu, les fluides de forage peuvent altérer l'échantillon, carottiers à triple parois peuvent minimiser ce problème.



Fig. III. Types d'échantillonneurs

# Echantillonnage et analyse en laboratoire

## IV. Description des échantillons

Chaque échantillon doit être décrit sur le terrain au moment du prélèvement. La description doit inclure notamment :

- la composition granulométrique du sol, estimée visuellement en fonction de la dimension des particules ;
- la couleur du sol ;
- la présence éventuelle d'indices visuels de minéraux, de fossiles, de déformations (fractures, stratification, plissement, etc.) ;
- la présence de matières étrangères au sol (débris organiques, anthropiques, racines, etc.) ou de tout autre élément jugé pertinent.

La description de l'environnement de prélèvement (type de sol, couverture végétale, topographie, conditions hydriques, activités humaines à proximité, etc.) doit également être consignée.

Pour chaque échantillon prélevé, le responsable doit remplir une fiche descriptive normalisée, regroupant l'ensemble des informations de terrain.

## V. Identification des échantillons

Chaque contenant d'échantillon doit être clairement et durablement identifié. L'identification doit correspondre de manière univoque à :

- un emplacement précis sur le terrain,
- une position en plan (coordonnées ou station),
- une profondeur de prélèvement.

Cette identification doit assurer une parfaite traçabilité entre le terrain, le transport et le laboratoire.

## VI. Conservation des échantillons

Après prélèvement, les échantillons de sols doivent être :

- conservés au frais, à une température d'environ 4 °C ;
- placés dans des contenants hermétiques et conformes, garantissant l'intégrité de l'échantillon ;
- protégés, dans la mesure du possible, de la lumière.

Les échantillons doivent être emballés adéquatement et transportés vers le laboratoire dans les plus brefs délais.

## Echantillonnage et analyse en laboratoire

La durée maximale de conservation avant analyse doit respecter les modes de conservation recommandés pour l'échantillonnage des sols, spécifiques à chaque paramètre d'analyse.



**Fig. IV.** Conservation des échantillons