

# **Chapitre I – Étude des relations entre l’homme et les phénomènes géologiques dans l’environnement**

## **Introduction**

La géologie de l’environnement étudie les interactions entre les processus géologiques naturels, les milieux de vie et les activités humaines. Elle se situe à l’interface entre les sciences de la Terre, l’écologie, l’hydrologie, l’aménagement du territoire et la gestion des risques. Son objectif n’est pas seulement de décrire les roches, les reliefs ou les structures géologiques, mais de comprendre comment ces éléments influencent les sociétés humaines et comment, en retour, les actions humaines modifient les systèmes terrestres.

Dans le contexte actuel de croissance démographique, d’urbanisation, de surexploitation des ressources et de changement climatique, cette discipline devient essentielle. Les décisions d’aménagement, d’exploitation minière, de captage d’eau, de construction d’infrastructures ou de gestion des déchets doivent intégrer les contraintes géologiques. La géologie de l’environnement apporte ainsi une base scientifique à la prévention des risques, à la protection des ressources naturelles et au développement durable.

## **1. La Terre comme système : base conceptuelle de la géologie de l’environnement**

La compréhension moderne de la géologie de l’environnement repose sur l’idée que la Terre fonctionne comme un système. Cela signifie que les différentes composantes de la planète — géosphère (roches, reliefs, structure interne), hydrosphère (eaux de surface et souterraines), atmosphère (air, climat) et biosphère (êtres vivants, sols vivants) — sont en interaction permanente par des échanges de matière et d’énergie.

Cette approche systémique est fondamentale, car un changement dans une composante peut provoquer des effets dans les autres. Par exemple, une modification de l’occupation des sols (déforestation, urbanisation) peut augmenter le ruissellement, accentuer l’érosion, modifier la recharge des nappes et aggraver les risques d’inondation. De même, l’extraction de ressources minérales ou énergétiques peut affecter les sols, la qualité des eaux, l’air et les écosystèmes.

La Terre peut être considérée comme un système presque fermé pour la matière (les apports externes sont faibles à l’échelle humaine) mais ouvert pour l’énergie, principalement grâce au rayonnement solaire. Cette énergie pilote de nombreux processus de surface : climat, évaporation, cycle de l’eau, altération des roches et activité biologique. En parallèle, l’énergie interne de la Terre (chaleur interne, tectonique des plaques, volcanisme) contrôle les grands phénomènes géologiques profonds.

## **2. Les grands systèmes terrestres et leurs interactions**

### **2.1 La géosphère : support physique des activités humaines**

La géosphère regroupe les roches, les minéraux, les structures tectoniques, les reliefs et les processus géologiques internes et externes. Elle constitue le support de l’habitat humain, des infrastructures, des sols et des ressources naturelles. Les caractéristiques géologiques d’un territoire conditionnent fortement son usage : stabilité des terrains, disponibilité en matériaux de construction, présence de nappes souterraines, risques sismiques ou de glissements, aptitude à recevoir certaines activités.

La lithologie (nature des roches) influence la perméabilité, la résistance mécanique et l’altération. Une région à roches calcaires, par exemple, peut être favorable aux aquifères karstiques mais présenter des risques d’effondrement localisés. Une région argileuse peut être moins perméable, plus sensible au

ruissellement et parfois sujette au gonflement-rétrécissement des sols. Ainsi, les choix d'aménagement doivent toujours être reliés à la réalité géologique.

## **2.2 L'hydrosphère : circulation de l'eau et dépendance aux structures géologiques**

L'hydrosphère comprend les océans, les rivières, les lacs, les glaciers, l'humidité atmosphérique et les eaux souterraines. Dans la perspective de la géologie de l'environnement, l'eau est un élément central, car elle relie directement les processus géologiques aux besoins humains.

La circulation de l'eau dépend de la topographie, de la nature des sols et des roches, de la fracturation et du climat. Les eaux souterraines circulent dans les pores, fissures ou cavités des roches, et leur disponibilité dépend de la géologie locale. Les activités humaines (pompage, barrages, urbanisation, pollution) perturbent ces équilibres, parfois durablement.

L'eau est également un agent géologique majeur : elle altère les roches, transporte les sédiments, façonne les vallées et peut déclencher des instabilités de versants. Comprendre son rôle permet de mieux prévenir les risques et de gérer les ressources.

## **2.3 L'atmosphère et le climat : moteurs externes des processus géologiques de surface**

L'atmosphère agit sur la géosphère par le climat, les précipitations, les variations de température, le vent et les échanges chimiques. Les cycles de gel-dégel, la pluie, l'évaporation et les tempêtes influencent directement l'altération des roches, l'érosion, les crues et la dynamique des sols.

Le climat contrôle en grande partie la vitesse et le type de processus géomorphologiques. Dans les régions humides, l'altération chimique et l'érosion hydrique peuvent être dominantes. Dans les régions arides, l'érosion éolienne et les crues soudaines peuvent jouer un rôle majeur. Dans les zones de montagne, les fortes pentes et les pluies intenses augmentent les risques de glissements et d'éboulements.

Le changement climatique renforce aujourd'hui l'intérêt de cette relation entre atmosphère et géologie, car il modifie les régimes de pluie, les extrêmes hydrologiques et les conditions de stabilité des terrains.

## **2.4 La biosphère et les sols : interface vivante entre géologie et environnement**

La biosphère interagit avec les roches, l'eau et l'air. Les organismes vivants, notamment la végétation, influencent la stabilité des sols, l'infiltration de l'eau et l'altération des roches. Les racines peuvent stabiliser les pentes, mais aussi fracturer localement les roches. La matière organique modifie les propriétés chimiques des sols et participe à la formation des horizons pédologiques.

Les sols sont un produit de l'interaction entre substratum géologique, climat, relief, temps et activité biologique. Ils constituent une ressource stratégique pour l'agriculture, la filtration de l'eau et la biodiversité. La dégradation des sols par érosion, pollution ou artificialisation est donc à la fois un problème environnemental et géologique.

## **3. Les phénomènes géologiques et leurs effets sur les sociétés humaines**

Les phénomènes géologiques affectent directement les populations, les infrastructures et les économies. Certains sont rapides et spectaculaires, comme les séismes, les éruptions volcaniques, les glissements de terrain ou les crues dévastatrices. D'autres sont plus lents, mais tout aussi importants, comme l'érosion des sols, la désertification, l'affaissement des terrains ou la salinisation de certaines nappes.

La gravité des conséquences ne dépend pas uniquement de l'intensité du phénomène naturel, mais aussi de la vulnérabilité humaine. Une même crue ou un même séisme peut avoir des effets très différents selon la qualité des constructions, l'occupation du sol, les dispositifs de prévention et la préparation des populations. C'est pourquoi la géologie de l'environnement travaille toujours à l'interface entre processus naturels et décisions humaines.

Les phénomènes géologiques ne doivent pas être vus uniquement comme des contraintes. Ils sont aussi liés à des ressources et à des opportunités : sols fertiles d'origine volcanique, aquifères karstiques, matériaux de construction, paysages attractifs. L'enjeu est donc de développer une relation plus intelligente avec le milieu géologique, fondée sur la connaissance et l'anticipation.

#### **4. Les activités humaines comme facteur de modification des systèmes géologiques**

##### **4.1 Urbanisation, artificialisation et modification des écoulements**

L'urbanisation transforme profondément les conditions naturelles. La construction de routes, bâtiments, parkings et zones industrielles imperméabilise les sols, réduit l'infiltration et augmente le ruissellement. Cette modification hydrologique peut accentuer les crues, l'érosion et la surcharge des réseaux de drainage.

Les terrassements et déblais-remblais changent la géométrie des pentes et peuvent déstabiliser certains terrains. Dans les zones mal étudiées, la construction sur des sols compressibles, des terrains remblayés ou des secteurs à risques géologiques entraîne des désordres structurels et des coûts élevés.

La géologie de l'environnement intervient ici pour guider les choix d'implantation, de fondation, de drainage et de stabilisation.

##### **4.2 Exploitation des ressources et perturbation des milieux**

L'extraction de matériaux, de minerais, d'hydrocarbures ou d'eau souterraine modifie les équilibres naturels. Les carrières et mines transforment les reliefs, produisent des déchets et peuvent affecter la qualité des eaux. L'exploitation excessive des nappes souterraines peut abaisser les niveaux piézométriques, assécher des sources ou favoriser l'intrusion saline en zone côtière.

Ces impacts ne signifient pas que toute exploitation doit être rejetée, mais qu'elle doit être fondée sur des études géologiques, hydrogéologiques et environnementales sérieuses, avec suivi et réhabilitation.

##### **4.3 Agriculture, déforestation et dégradation des sols**

Les pratiques agricoles influencent fortement les processus géologiques de surface. Le défrichement, le labour intensif, la suppression du couvert végétal et le surpâturage peuvent accélérer l'érosion, appauvrir les sols et augmenter les transferts de sédiments vers les cours d'eau. Dans les zones sensibles, cela peut aussi augmenter les risques de glissements superficiels.

La déforestation est particulièrement importante, car elle modifie à la fois les sols, le ruissellement et le microclimat. À long terme, ces transformations peuvent affecter la disponibilité en eau, la fertilité des terres et la stabilité des versants.

#### **5. Concepts de risque en géologie de l'environnement**

L'analyse des relations entre l'homme et les phénomènes géologiques passe par la notion de risque. On distingue généralement l'aléa (probabilité qu'un phénomène naturel se produise), les enjeux (populations,

biens, infrastructures, ressources exposées) et la vulnérabilité (degré de sensibilité ou de fragilité). Le risque résulte de la combinaison de ces éléments.

Cette distinction est très utile pédagogiquement. Un phénomène géologique n'est pas automatiquement une catastrophe. Il devient un risque majeur lorsqu'il touche une zone habitée, mal préparée ou fortement vulnérable. Inversement, une bonne connaissance du terrain, une planification adaptée et des normes de construction appropriées peuvent réduire fortement les impacts.

La géologie de l'environnement contribue donc à la prévention en fournissant les bases de la cartographie des aléas, de l'évaluation des contraintes géotechniques et de la planification de l'occupation du sol.

## **6. La géologie de l'environnement dans l'aménagement durable du territoire**

L'une des fonctions majeures de la géologie de l'environnement est d'aider à intégrer les contraintes naturelles dans les projets d'aménagement. Il ne s'agit pas seulement de "réagir" aux catastrophes, mais de "prévoir" les problèmes avant qu'ils ne surviennent. Cela implique des études de terrain, des cartes géologiques et géotechniques, des analyses hydrogéologiques et des évaluations environnementales.

L'aménagement durable suppose une compatibilité entre les usages humains et les capacités du milieu. Une zone de recharge de nappe ne doit pas être traitée comme une zone industrielle ordinaire. Un versant instable ne doit pas être urbanisé sans précautions. Un lit majeur d'oued ou de rivière doit être considéré comme une zone à forte contrainte hydrologique. Le rôle du géologue est ici essentiel, car il apporte une lecture du territoire fondée sur les processus, les structures et l'histoire géologique.

Cette approche est particulièrement importante dans les pays soumis à de fortes pressions démographiques et à des contrastes climatiques, où la gestion de l'eau, des sols et des risques exige une bonne connaissance des terrains.

## **7. Évolution récente : changement climatique et pression anthropique accrue**

La géologie de l'environnement prend aujourd'hui une importance accrue en raison de l'accélération des changements environnementaux. Le changement climatique modifie les régimes de précipitations, l'intensité des événements extrêmes, la fréquence de certaines crues et les conditions de stabilité des versants. Dans certaines régions, la sécheresse prolongée, suivie de pluies intenses, renforce à la fois l'érosion et les risques hydrogéologiques.

En parallèle, l'extension urbaine, l'intensification des infrastructures et la demande croissante en ressources augmentent l'exposition des sociétés aux contraintes géologiques. Les problèmes deviennent donc plus complexes et plus interconnectés. Le géologue de l'environnement doit raisonner de manière intégrée, en reliant processus naturels, pressions anthropiques et scénarios futurs.