

# ST-I Les risques et ressources géologiques

*Les exemples proposés en rouge pour illustrer ce cours peuvent être remplacés par ceux de votre choix.*

La géologie se propose d'expliquer la structure et le fonctionnement du système Terre. Elle a des applications concrètes comme **la prévision des risques géologiques** et **la prospection minière**.

## A- les risques géologiques

Des événements géologiques peuvent provoquer des catastrophes pour la population humaine. Le risque peut être défini comme une **probabilité qu'un événement géologique provoque un certain niveau de dégâts** (matériels et humains) **dans une région donnée**.

Rappel de BCPST1 : Le risque dépend de différentes composantes :

-l'**aléas** de l'évènement géologique dans la région (la probabilité de cet évènement s'y produise)

-**les enjeux** (la présence d'être humain et d'infrastructure) et leur **vulnérabilité** (ou fragilité)

De façon synthétique on écrit : **Risque = aléas x enjeux x vulnérabilité** ou **aléas x vulnérabilité des enjeux** (noter que le risque est nul si l'un des facteurs est nul)

RQ : certains auteurs ajoutent la composante « résilience » : le risque étant considéré comme plus faible si la région est résiliente (= capable de revenir rapidement à son état initial).

Dans ce cas : **Risque = (aléas x enjeux x vulnérabilité) / résilience**.

Cette partie présente un rapide tour d'horizon de la diversité des événements géologiques pouvant causer des dégâts dans la population humaine, en particulier en France. Ils sont classés ici en fonction de la nature de l'aléa.

### 1- Les aléas liés à l'évacuation de l'énergie interne du globe.

Rappel BCPST1 : L'énergie interne du globe provient principalement du refroidissement séculaire et des désintégrations radioactives. Elle est à l'origine des mouvements des plaques et du volcanisme.

#### A- l'aléa sismique

Rapports BCPST1 : Les séismes sont principalement présents aux frontières de plaque, et au niveau des volcans. **L'intensité** sismique mesure l'ampleur des **dégâts** causés par un séisme, alors que la **magnitude** mesure **l'énergie** libérée au foyer. Les séismes les plus dévastateurs se sont produits dans des zones de subduction. *Ex : Sumatra (Indonésie) 2004 : magnitude 9,3.*

En France les séismes sont présents principalement dans les Alpes et les Pyrénées (2 zones de collision), ainsi que dans les îles des Caraïbes (zone de subduction) et l'île de la Réunion (point chaud).

#### B- l'aléa volcanique

Rapports BCPST1 à compléter avec le cours de BCPST2 (magmatisme + îles volcaniques) : Les éruptions volcaniques se produisent aux frontières de plaques ou au niveau de points chaud.

Le type d'éruption dépend de la **viscosité** du magma et de la quantité de **gaz**. Les éruptions **explosives** sont les plus dangereuses, en particulier celles formant des **nuées ardentes**. Elles sont fréquentes au niveau des zones de subduction.

*Ex, éruption de la Montagne Pelée en Martinique en 1932.*

Les éruptions sous les glaciers forment des **lahars** (coulées de boues) potentiellement aussi très dangereux (*Ex Nevado del Ruiz - Colombie 1985*). Les nuages volcaniques peuvent interrompre le trafic aérien (*Ex Islande, 2010 bloque le trafic aérien pendant 1 mois*) et provoquer un refroidissement climatique de plusieurs mois.

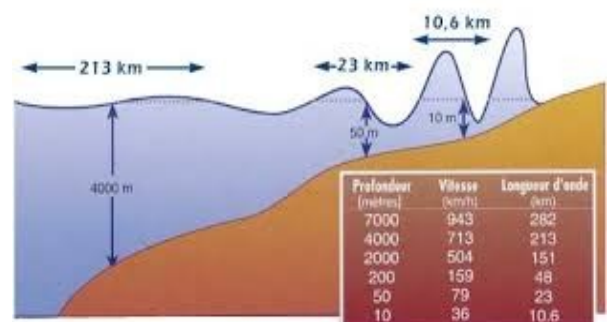
En France métropolitaines, les volcans sont inactifs (chaîne des Puys (Auvergne), dernière éruption il y a moins de 9 000 ans). Des volcans en activités sont présents en Guadeloupe, Martinique et à la Réunion

#### C- Glissements de terrains et Tsunamis

Les vibrations associées aux séismes et aux éruptions volcaniques peuvent provoquer des mouvements plus ou moins rapide du sol ou du sous sol (=glissements de terrains) si celui-ci est instable.

*Ex glissement du flanc est du Piton de la Fournaise (Réunion)*

Lorsqu'un déplacement de terrain (faille ou glissement) se produit en mer, une **ondulation de surface** se propage. Son amplitude diminue en s'éloignant du site de formation, mais **augmente près des côtes lorsque la profondeur diminue : une vague de plusieurs dizaine de mètre peut se former et déferler sur le rivage**. *Ex Tsunami provoqué par le séisme de 2004 à Sumatra, qui a sévèrement frappé l'Indonésie mais aussi l'Inde.*



## 2- Les aléas liés à l'inégale répartition de l'énergie solaire sur terre

### 1-Les aléas atmosphériques : tempêtes, cyclones, tornades

*Rappels BCPST1* : L'inégale répartition de l'énergie solaire entre les régions équatoriales chaudes et les pôles froids est responsable de la formation de **cellules de convection atmosphériques**. Ces mouvements redistribuent l'énergie vers les pôles et atténuent les extrêmes thermiques. Ces cellules expliquent des variations de pression atmosphérique au niveau du sol. Les vents (= masses d'air en mouvement au niveau du sol) se déplacent des zones de haute pression vers les zones de basse pression. L'énergie solaire est aussi à l'origine du cycle de l'eau. L'évaporation importante en zone intertropicale explique des précipitations violentes dans cette région.

Une **tempête** est caractérisée par des vents violents en rafales. Une tempête peut être accompagnée de précipitations violentes ou d'orages. La vitesse des vents est d'autant plus importante que la variation de pression au sol est importante, en particulier dans les **zones dépressionnaires tropicales**.

*Ex : tempête Leslie en France en octobre 2024.*

On distingue les **cyclones**, violentes tempêtes de quelques centaines de km de diamètre, qui se forment au niveau d'une dépression océanique tropicale, des **tornades** plus localisées (quelques centaines de mètres de diamètre), qui se forment au niveau d'un continent à partir d'un nuage d'orage. *Ex La Réunion est touchée par des cyclones ravageurs environ tous les 10 ans. (Fréquence comparable pour les ouragans dans les Caraïbes). Les tornades sont fréquentes en avril-mai au USA. En France métropolitaine elles se produisent surtout dans le Nord.*

RQ cyclones, typhon et ouragan correspondent au même phénomène météorologique mais les termes sont utilisés dans des zones géographiques différentes (atlantique et pacifique nord pour les ouragans par ex),

### 2- les inondations

Les inondations correspondent à l'**envahissement brutal des terres émergées par un cours d'eau**, en général en lien avec des précipitations importantes, mais aussi le dégel de glaciers. *Ex La crue de la Seine a inondé Paris en 1910, crue de la Vienne en avril 2024, crue dans le Var en octobre 2024,...*

### 3-les mouvements de terrains

D'importantes précipitations peuvent aussi imbiber et déstabiliser le sol et sous sol, en particulier dans les zones argileuses ou sableuses et provoquer des glissements de terrain. *Ex fin février 2024 : Nice, Ardèche,...*

Le gonflement des argiles en présence d'eau, et leur retrait en période de sécheresse, peut aussi endommager les infrastructures. *Ex Risque important dans le bassin aquitain.*

La lente dissolution des calcaires ou des évaporites peut conduire à un affaissement brutal de la surface du sol. *Ex un gouffre engloutit une maison en 2010 à Orléans*

Les aléas atmosphériques et leurs conséquences sont globalement plus destructeurs que les aléas associés à la géodynamique interne de la terre, et **ils augmentent avec le réchauffement climatique**.

## 3-La prévision et prévention des risques

Les zones à risque sont surveillées au sol (sismomètres, analyse de la composition chimique des fumerolles,..) et par les satellites (interférométrie radar,..) mais les événements géologiques présentent un caractère **aléatoire** qui rendent les plus brutaux (séismes, explosion volcanique, certains glissements de terrains) difficiles à anticiper à court terme.

La prévention permet de limiter les dégâts en s'appuyant sur la **réglementation** (règles parasismiques, zones constructibles,..), la mise en place de **plans d'urgence** (procédures d'évacuation,..) et la **formation** des populations aux procédures de protection et d'évacuation.

*Ex sites utiles: <https://www.vigicrues.gouv.fr/>; <https://www.georisques.gouv.fr/>*

## B- Les ressources géologiques

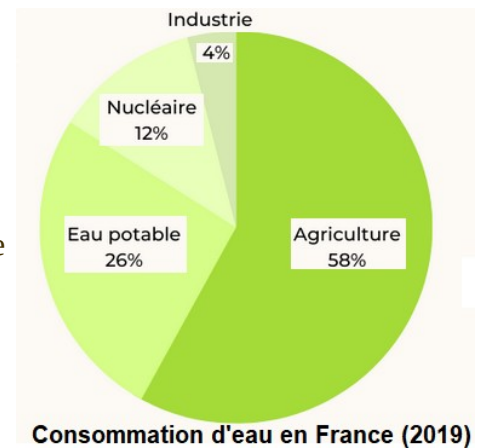
Le développement des activités humaines consomme une grande diversité de ressources géologiques dont l'eau, les matériaux de construction, les minerais et les ressources énergétiques. On qualifie de **gisement** un lieu où l'exploitation d'une ressource est rentable

### 1-L'eau , ressource géologique mondiale la plus consommée (en volume)

L'eau douce est une ressource vitale dont l'usage ne se limite pas à la consommation domestique =>

*Ex Produire 1Kg de bœuf consomme 10x plus d'eau qu'1 Kg de blé*

En France, l'eau douce est exploitée au niveau des cours d'eau et des nappes phréatiques. C'est une ressource souvent limitante en été et dans le sud de la France.



### 2-Les roches : matériaux de construction

Les matériaux de construction sont souvent des ressources locales exploitées dans des **carrières**. Les roches grenues, volcaniques et les calcaires sont utilisées comme **Pierre de taille, pavage ou granulats** (fragments de roches).

Certaines roches sédimentaires ont des usages plus spécifiques :

- le **sable** (marin et des rivières) est la seconde ressource géologique la plus utilisée (après l'eau). Il est utilisé en particulier pour produire du **béton**. Le béton est produit à partir d'eau, de sable, de granulats et de ciment. Le **ciment** est une poudre constituée de calcaire et d'argile broyées et chauffées. Le sable sert aussi à la fabrication du **verre**.

Remarque : La demande de sable est telle qu'il existe une contrebande massive responsable de l'érosion de certains littoraux. Le sable dunaire (éolien) ne peut pas être utilisé en construction.

Rappel : La production de ciment produit de grandes quantités de CO<sub>2</sub> (0,2 GtC/an)

- **L'argile** est aussi utilisée pour la production de **tuiles et briques**. C'est un matériau modelable (porcelaine...)  
- Le **gypse** broyé et chauffé permet de produire du **plâtre**.

*Ex : carrières souterraines de calcaire et de gypse sous Paris. Carrière en surface de scories volcaniques du Lemptégy (Auvergne)*

### 3-Les minerais : roches exploitées pour leur concentration en certaines substances minérales

Les minerais sont exploités dans des **mines** et doivent être transformés afin d'extraire la ressource minérale d'intérêt : métaux (fer, aluminium abondants dans les bauxites ; uranium...) diamants ...

*Ex : La France a le projet d'exploiter en 2027 une mine de Lithium nécessaire à la production de batteries électriques. Cette mine devrait placer la France au deuxième rang mondial des producteurs de Lithium (après l'Australie).*

### 4-Les ressources énergétiques

Les ressources énergétiques permettent de produire de la chaleur, de l'électricité ou du travail.

Elles sont dites **renouvelables** si leur stock peut se reconstituer en quelques dizaines d'années. Ce sont principalement **les énergies solaires, éoliennes, hydroélectriques, marémotrice et la géothermie**.

*Ex : En France : centrale géothermique en Guadeloupe, en Alsace (présence d'un flux géothermique élevé) ; plus grand parc éolien dans les Ardennes, solaire dans le sud ; plus grand barrage hydroélectrique en Isère mis en activité en 2020 ; une seule usine marémotrice, en Bretagne.*

A noter que l'exploitation de ces énergies consomme des matériaux et minerais qui eux ne sont pas renouvelables.

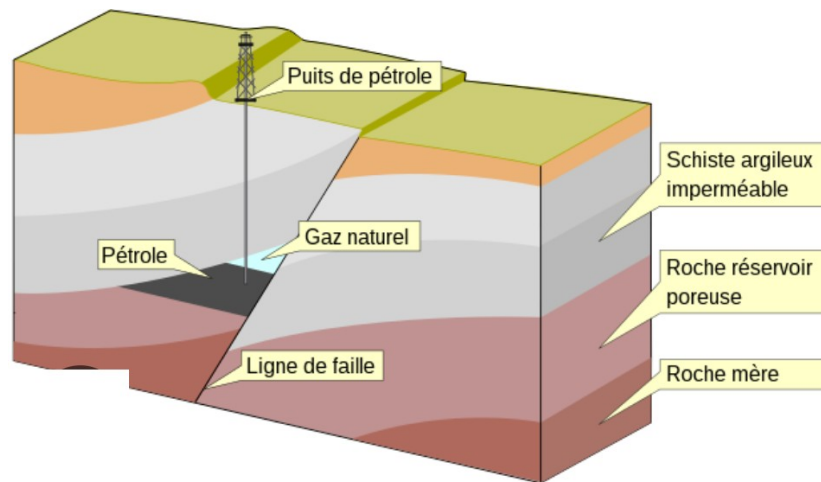
Les ressources énergétiques **non renouvelables** à l'échelle humaine sont

- les **hydrocarbures** provenant de la fossilisation de la matière organique (**pétrole, charbon, méthane**).

L'utilisation de ces ressources libère des gaz à effet de serre. *Ex : En France : 64 gisements de gaz et pétrole exploités dans le bassin parisien et aquitains. La dernière mine de charbon en Lorraine a fermé en 2004.*

- **l'énergie nucléaire** produite à partir d'uranium dans des centrales utilisant une grande quantité d'eau pour refroidir les réacteurs. La gestion des déchets radioactifs est une problématique associée à cette ressource. *Ex : En France : 18 centrales nucléaires (dont 4 sur la Loire ex Centrale de Dampierre entre Gien et Sully). La dernière mine d'uranium a fermé en 2001. Le Niger est un des principaux fournisseurs de l'UE.*

## 5- Une inégale répartition des ressources en lien avec l'histoire géologique locale



Par exemple la présence de pétrole dépend de la conjonction de nombreux facteurs géologiques dont la présence :

- d'un plateau continental (ou d'un rift) immergé favorisant le développement de plancton marin
- de sédiments, limitant la décomposition de la matière organique et formant une roche mère.
- d'une roche réservoir poreuses pouvant contenir le pétrole
- d'une roche imperméable empêchant le pétrole d'atteindre la surface (et de s'oxyder)
- de pièges tectoniques (failles, plis) permettant une accumulation locale du pétrole et permettant son exploitation rentable.

La géologie fournit les connaissances associées à la formation des ressources permettant de cibler les gisements potentiels, ainsi que les outils (forage, profils sismiques, ...) permettant la localisation précise des ressources

RQ : L'inégale répartition des ressources est une source de tension géopolitique. *Ex exploitation illégale du sable par des pirates (ex Inde, Cambodge...) ; contrôle du débit des fleuves traversant plusieurs pays (ex Sénégal), exploitations des gisements pétroliers (Vénézuéla-Guyana)*

RQ : les mines et carrières sont parfois reconverties à la fin de l'exploitation : *ex : champignonnière, caves dans les carrières de calcaire, stockage des déchets radioactifs (cd DS1)*

RQ mines et carrières peuvent être à l'origine de risques :

- d'affaissement du sol (de nombreuses villes comme Paris sont bâties sur les carrières souterraines ayant fourni les matériaux de construction)
- de contamination environnementale en lien avec la technique d'exploitation. *Pour cette raison l'exploitation des gaz de schistes est interdite en France.*