

# LA TECTONIQUE DES PLAQUES



Vue aérienne du Mont Perdu, constitué de roches calcaires, riches en fossiles, d'origine sédimentaire marine.

Les montagnes pyrénéennes sont les traces visibles des mouvements internes de la Terre. Leur formation a eu lieu il y a plus de 40 millions d'années sous l'action de **mouvements tectoniques**. Même si, à l'échelle humaine, cet évènement paraît très ancien, les Pyrénées sont des montagnes « jeunes ».

Au moment de la formation des Pyrénées, les fortes pressions auxquelles ont été soumises les roches ont provoqué de nombreuses déformations (failles, plis,...) observables sur tout le territoire du parc national. La chaîne pyrénéenne est également le théâtre de tremblements de terre réguliers. C'est une des régions métropolitaines où l'activité sismique est la plus élevée.

Le paysage pyrénéen a été façonné par les glaciers qui recouvraient les vallées il y a des milliers d'années. De nombreux indices attestent de cette présence (stries, **moraines**,...). En les étudiant, tu seras surpris de l'étendue de ces masses de glace aujourd'hui disparues.

Une multitude de roches existent dans les Pyrénées : **dépôts sédimentaires** du cirque de Gavarnie, **roches magmatiques** de la vallée d'Ossau ou encore **roches métamorphiques** tel que le marbre de la carrière de Payolle. L'étude de ces roches te permettra de découvrir les phénomènes qui les ont sculptées et surtout de comprendre comment nos vallées pyrénéennes se sont formées.

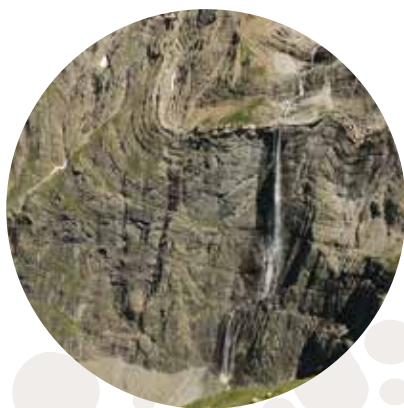
La chaîne pyrénéenne s'est formée il y a des millions d'années. A cette époque, les continents n'occupaient pas la place qu'ils occupent aujourd'hui et leurs contours n'étaient pas encore définis. Les douze **plaques lithosphériques** qui constituent la **croûte terrestre** sont en mouvement constant. C'est ce que l'on appelle la tectonique des plaques. Les plaques peuvent entrer en collision et provoquer la formation de montagnes. La chaîne pyrénéenne résulte de la collision de la plaque ibérique et de la plaque européenne.



Pins à crochets poussant sur du granite, vallée de Cauterets

Ces déformations ont fortement marqué les paysages, mais il existe d'autres manifestations qu'il est possible de ressentir. La faille nord-pyrénéenne, qui marque la limite entre les plaques ibérique et européenne, correspond à la zone où l'activité sismique est la plus importante. Les Pyrénées ont connu de nombreux séismes, parfois tragiques. Près de 400 séismes d'une magnitude supérieure à 2 sont enregistrés chaque année. Les plus connus et les plus forts sont ceux de Bagnères de Bigorre en 1660, Lourdes en 1750 et enfin Arette en 1967.

Plissements, pic du Marboré, vallée de Luz-Gavarnie



La grande cascade de Gavarnie, 423 m, est la plus haute chute d'eau de France métropolitaine

La force nécessaire à cette formation est telle qu'il est difficile de l'imaginer. Elle a laissé sa trace dans toutes les vallées du parc national sous forme de déformations comme le pli couché du Cylindre du Marboré. La collision des plaques continentales a également entraîné la mise en place de réseaux de failles par lesquelles l'énergie thermique de la Terre remonte et vient chauffer les sources d'eaux chaudes qui ont fait la réputation de certaines vallées depuis des siècles (sources thermales de Cauterets, de Bagnères-de-Bigorre, de Luchon, les Eaux-Chaudes,...).



## DES EFFETS OPPOSÉS

### Le tremblement de terre dévastateur de 1967

Le 13 août 1967, un séisme de magnitude 5,3 sur l'échelle de Richter a été ressenti dans toute l'Aquitaine et le nord de l'Espagne. Ce séisme d'à peine vingt secondes fit de nombreux dégâts. Soixante-deux communes furent déclarées sinistrées et bien qu'Arette ne fut détruite qu'à 35 %, les dégâts trop importants obligèrent à raser 80 % du village. Il fallut 7 ans pour que cette petite commune soit entièrement reconstruite.

### Les eaux thermales pyrénéennes

Les eaux thermales ont fait la réputation de certaines communes pyrénéennes. Chaque eau possède des propriétés uniques et est employée pour soigner des pathologies spécifiques. Après un parcours souterrain de plusieurs milliers d'années, à des profondeurs de plus de 3 000 mètres, ces eaux remontent en surface, chargées en éléments dissous. Les eaux sulfurées de Cauterets sont utilisées pour le traitement des maladies respiratoires. Elles sont extraites à des températures comprises entre 50 et 60°C.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

Le pic du Midi d'Ossau, qui résulte de la tectonique des plaques, correspond aux ruines d'un ancien volcan actif, il y a près de 300 millions d'années. A cette époque, son diamètre dépassait les 6 kilomètres.

Eaux tumultueuses  
du gave de Cauterets



## ACTION MENÉE

Afin de surveiller l'activité sismique pyrénéenne, de nombreuses stations ont été installées. Elles permettent de localiser et d'évaluer les tremblements de terre sur la chaîne. La station sismologique de Lourdes, qui se situe dans une galerie à la base du château-fort, peut aussi bien enregistrer des petites secousses locales que des tremblements de terre géants de la bordure du Pacifique.



Le Pic du Midi d'Ossau est d'origine volcanique, tandis que le lac d'Ayous est un lac de verrou dû à l'érosion glaciaire, vallée d'Ossau

## VOCABULAIRE

### Croûte terrestre :

Croûte superficielle et rigide du globe, composée de la croûte océanique et de la croûte continentale.

### Moraine :

Amas de débris rocheux érodés et transportés par un glacier.

### Mouvements tectoniques :

Mouvements des plaques lithosphériques les unes par rapport aux autres sous l'action de mouvements de convection ayant lieu à la surface du manteau terrestre.

### Plaques lithosphériques :

Morceaux de lithosphère (croûte terrestre et une partie du manteau supérieur) d'environ 100 Kilomètres d'épaisseur, qui se déplacent les uns par rapport aux autres à la surface de la Terre.

### Roches magmatiques :

Roches formées lors du refroidissement et de la solidification du magma. Quand le magma remonte à la surface de la terre lors d'une éruption volcanique, sa solidification donne naissance à des roches volcaniques (exemple : le basalte). Si le magma n'atteint pas la surface et cristallise en profondeur, on parle de roches plutoniques (exemple : le granite).

### Roches métamorphiques :

Type de roches dont la formation a pour origine la transformation à l'état solide des roches sédimentaires, magmatiques ou encore métamorphiques, en raison des modifications des paramètres physico-chimiques du milieu dans lequel elles évoluent (notamment la pression et la température).

### Roches sédimentaires :

Roches produites à la surface de la Terre et qui recouvrent les roches métamorphiques et magmatiques. Elles sont souvent issues de l'érosion de ces dernières.

# LA SÉDIMENTOLOGIE

Vue aérienne du Mont Perdu, constitué de roches calcaires, riches en fossiles, d'origine sédimentaire marine.

Les montagnes pyrénéennes sont les traces visibles des mouvements internes de la Terre. Leur formation a eu lieu il y a plus de 40 millions d'années sous l'action de **mouvements tectoniques**. Même si, à l'échelle humaine, cet événement paraît très ancien, les Pyrénées sont des montagnes « jeunes ».

Au moment de la formation des Pyrénées, les fortes pressions auxquelles ont été soumises les roches ont provoqué de nombreuses déformations (failles, plis,...) observables sur tout le territoire du parc national. La chaîne pyrénéenne est également le théâtre de tremblements de terre réguliers. C'est une des régions métropolitaines où l'activité sismique est la plus élevée.

Le paysage pyrénéen a été façonné par les glaciers qui recouvraient les vallées il y a des milliers d'années. De nombreux indices attestent de cette présence (stries, **moraines**,...). En les étudiant, tu seras surpris de l'étendue de ces masses de glace aujourd'hui disparues.

Une multitude de roches existent dans les Pyrénées : **dépôts sédimentaires** du cirque de Gavarnie, **roches magmatiques** de la vallée d'Ossau ou encore **roches métamorphiques** tel que le marbre de la carrière de Payolle. L'étude de ces roches te permettra de découvrir les phénomènes qui les ont sculptées et surtout de comprendre comment nos vallées pyrénéennes se sont formées.



Crêtes et arêtes de granite, vallée de Cauterets

Les sédiments sont des particules résultant de l'érosion des roches présentes sur la surface terrestre sous l'action du vent et de l'eau. Les roches sont cassées, les morceaux transportés par l'eau ou le vent et mélangés à de la matière végétale, des coquillages ou encore du sable, forment des couches sédimentaires. Près de 90 % de la surface terrestre est recouverte de sédiments ou de roches sédimentaires.

Les couches sédimentaires, par leur propre poids, exercent une pression sur les particules. Les couches se compactent et l'eau est chassée. Ce phénomène est appelé diagenèse. Il aboutit à la formation d'une roche sédimentaire d'aspect compact et stratifié. Les couches les plus basses correspondent aux dépôts les plus anciens.

Il existe différents types de **roches sédimentaires** en fonction de l'origine (chimique, biologique,...) des matériaux à partir desquels elles se forment. Les roches dites « détritiques » sont majoritaires et représentent 85 % des roches sédimentaires. Parmi ces roches, on distingue les sables, les argiles ou encore les grès. Les matériaux qui les composent proviennent de la destruction d'autres roches, principalement des granites et des gneiss.



Fossile visible en vallée de Luz-Gavarnie

Il y a des millions d'années, les plaques ibérique et européenne étaient séparées par une mer chaude dans laquelle se déposaient des sédiments marins (particules minérales, coquilles et carcasses d'êtres vivants) à des milliers de mètres de

profondeur. La formation de la chaîne pyrénéenne a entraîné peu à peu le retrait de cette mer et l'élévation des sédiments du fond océanique. Ces dépôts sédimentaires ont aujourd'hui quasiment disparu à cause de l'érosion. Malgré tout, la découverte de roches sédimentaires contenant des fossiles (coraux à Peyreget et à Tobazu en vallée d'Aspe et d'huîtres au Mont Perdu et Marboré en vallée d'Ordesa) permet d'imaginer les conditions du milieu il y a 100 millions d'années, au moment où les sédiments se sont déposés. Les roches sédimentaires sont en quelque sorte les archives géologiques de l'histoire de la Terre.

Fissure d'une dalle de granite et piques de l'Arriougrand, val d'Azun

## DES TRACES DU TEMPS

### Le pic Rouge

Durant le Permien (-300 à -250 millions d'années), le climat chaud et extrêmement pluvieux érode le relief. L'eau altère les roches jusqu'à la formation d'oxydes (de fer, d'aluminium,...). C'est l'hématite, un oxyde de fer, qui, présent dans le ciment qui soude les grains de quartz, donne la couleur rouge au grès que l'on peut observer en vallée d'Aspe. Le pic Rouge, situé à 2 177 mètres d'altitude, doit son nom à cette coloration si particulière des roches qui le composent.

### Un crocodile marin en montagne

En 1991, dans le massif du Mont Perdu, deux biologistes espagnols, Marcel Costa et Eulalia Roger, ont découvert les restes fossilisés d'un crocodile marin caractéristique des régions tropicales. Cette incroyable découverte constitue un bon indicateur des conditions du milieu de dépôt dans lequel l'animal s'est fossilisé. Il permet d'imaginer les conditions de vie à cet endroit, il y a des millions d'années, bien différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui dans les Pyrénées.

## LE SAVIEZ-VOUS ?

Le cirque de Lescun, d'origine glaciaire, est révélateur du lien entre **toponymie** et géologie. En effet, le nom de cette commune est d'origine basque et signifie « endroit où il y a des ruisseaux ». Il est dominé par vingt sommets de plus de 2 000 m et est délimité par des cimes calcaires aux noms légendaires (Table des Trois Rois, Aiguilles d'Ansabère, Orgues de Camplong, etc.).

Grès rouge, lac d'Estaens, vallée d'Aspe

Village et cirque de Lescun, vallée glaciaire, vallée d'Aspe



## VOCABULAIRE

### Moraine :

Amas de débris rocheux érodés et transportés par un glacier.

### Mouvements tectoniques :

Mouvements des plaques lithosphériques les unes par rapport aux autres sous l'action de mouvements de convection ayant lieu à la surface du manteau terrestre.

### Roches magmatiques :

Roches formées lors du refroidissement et de la solidification du magma. Quand le magma

remonte à la surface de la terre lors d'une éruption volcanique, sa solidification donne naissance à des roches volcaniques (exemple : le basalte). Si le magma n'atteint pas la surface et cristallise en profondeur, on parle de roches plutoniques (exemple : le granite).

### Roches métamorphiques :

Roches issues de la transformation d'autres roches sous l'action de températures et de pressions élevées en général en profondeur.

### Roches sédimentaires :

Roches produites à la surface de la Terre et qui recouvrent les roches métamorphiques et magmatiques. Elles sont souvent issues de l'érosion de ces dernières.

### Toponymie :

Étude des noms de lieux, de leur étymologie.



Vue aérienne du Mont Perdu, constitué de roches calcaires, riches en fossiles, d'origine sédimentaire marine.

Les montagnes pyrénéennes sont les traces visibles des mouvements internes de la Terre. Leur formation a eu lieu il y a plus de 40 millions d'années sous l'action de **mouvements tectoniques**. Même si, à l'échelle humaine, cet évènement paraît très ancien, les Pyrénées sont des montagnes « jeunes ».

Au moment de la formation des Pyrénées, les fortes pressions auxquelles ont été soumises les roches ont provoqué de nombreuses déformations (failles, plis,...) observables sur tout le territoire du parc national. La chaîne pyrénéenne est également le théâtre de tremblements de terre réguliers. C'est une des régions métropolitaines où l'activité sismique est la plus élevée.

Le paysage pyrénéen a été façonné par les glaciers qui recouvraient les vallées il y a des milliers d'années. De nombreux indices attestent de cette présence (stries, **moraines**,...). En les étudiant, tu seras surpris de l'étendue de ces masses de glace aujourd'hui disparues.

Une multitude de roches existent dans les Pyrénées : **dépôts sédimentaires** du cirque de Gavarnie, **roches magmatiques** de la vallée d'Ossau ou encore **roches métamorphiques** tel que le marbre de la carrière de Payolle. L'étude de ces roches te permettra de découvrir les phénomènes qui les ont sculptées et surtout de comprendre comment nos vallées pyrénéennes se sont formées.

Il est difficile d'imaginer dans les vallées la présence de gigantesques glaciers de plusieurs dizaines de kilomètres. Leur forme en U en est pourtant la preuve. Il y a environ 2,6 millions d'années, les Pyrénées étaient ensevelies sous la glace. En apparence immobiles, les glaciers se déplacent. Lors de leur passage, ils arrachent le relief et polissent les roches. Les glaciologues ont donné le nom de « roches moutonnées » aux roches usées par le passage des glaciers. Tu pourras en observer sur le chemin qui mène à Gaube dans la vallée de Cauterets. Facilement reconnaissables, leur surface est polie, arrondie et recouverte de veines de quartz.



Vallée d'Ossau, d'origine glaciaire et à la forme en U

Par l'érosion, les glaciers ont fortement marqué les paysages, creusé les cirques et les vallées pyrénéennes orientées nord/sud. La marque de leur passage est présente sur tout le territoire du parc national. Véritables tapis roulant, ils transportent à leur surface les blocs rocheux tombés des versants tandis que les débris sont enfouis dans la neige. Lorsque le glacier fond, ces roches sont déposées en aval sous forme de moraines dont la position permet reconstituer les paysages passés. Ces masses colossales de glace ont aujourd'hui totalement disparu.

Les anciens glaciers ont également donné naissance à la plupart des lacs de montagne. En fonction des mécanismes de formation, on distingue deux types de lacs : les lacs de moraine et les lacs de verrou. Dans le premier cas, le glacier transporte des rochers et des graviers qu'il arrache sur son passage et qu'il redépose sur forme d'une moraine frontale. Cette dernière formant un barrage, un lac peut alors se former quand le glacier se retire. Ce type de lac est très courant dans les vallées et en moyenne montagne. Le lac de Gaube en vallée de Cauterets, les lacs du Néouvielle en vallée d'Aure, le lac d'Estaing dans le val d'Azun sont quelques exemples de lacs de moraines.

Dans le second cas, le glacier creuse la roche molle tandis que la roche dure représente un obstacle qu'il surmonte. De manière imagée, cette roche dure constitue un « verrou » derrière lequel l'eau s'accumule, formant ainsi un lac. Les lacs d'Ayous (vallée d'Ossau) et de Tuquerouye (vallée de Luz-Gavarnie) font partie des lacs de verrous les plus connus.



Plateau du Cayan, fermé par un verrou glaciaire, vallée de Cauterets

Lac glacé et pic de Tuquerouye, vallée de Luz-Gavarnie



## L'IMPACT PAYSAGER DES GLACIERS

### Glaciers disparus

Un important travail de reconstitution du paysage, à partir d'indices tels que les dépôts morainiques, a permis de montrer l'étendue des anciens glaciers pyrénéens. Il y a des milliers d'années, le glacier qui venait de Gavarnie et de Cauterets atteignait 52 kilomètres et recouvrait l'emplacement de la ville de Lourdes par plus de 400 mètres de glace. Le glacier de la vallée d'Ossau mesurait, quant à lui, 32 kilomètres, ceux des vallées d'Aure et d'Aspe, 28 kilomètres.

### Vallées en U, vallées en V

En observant la forme d'une vallée, il est possible de déterminer grâce à quel élément elle a été creusée. Les vallées en U dites « vallées glaciaires » ont été érodées par d'anciens glaciers, c'est le cas de la plupart de nos vallées pyrénéennes dont la vallée d'Aspe ou encore la vallée de Luz-Gavarnie. Les vallées en V dites « vallées fluviales » ont été creusées par des cours d'eau.

### LE SAVIEZ-VOUS ?

La Brèche de Roland résulte de l'action d'un glacier. Tandis que de part et d'autre de cette frontière naturelle les cirques français et espagnols se sont agrandis grâce à l'érosion glaciaire, l'arête rocheuse s'est progressivement affinée jusqu'à s'effondrer, ouvrant la Brèche de Roland. Véritable monument pyrénéen, sa formation fait l'objet d'une célèbre légende selon laquelle Roland, le neveu de Charlemagne, tenta de briser « Durandal », son épée, afin qu'elle ne tombe pas dans les mains des Sarrasins. Ce fut peine perdue, la roche éclata, formant une brèche mais l'épée magique resta intacte...

## ACTION MENÉE

En partenariat avec le Parc national des Pyrénées, l'association Moraine réalise des suivis des glaciers pyrénéens afin d'évaluer l'impact du réchauffement climatique ainsi que des reconstitutions d'évolutions anciennes.

La Brèche de Roland est une porte naturelle séparant la France et l'Espagne, elle mesure 100 m de haut et 40 m de large

## VOCABULAIRE

### Moraine :

Amas de débris rocheux érodés et transportés par un glacier.

### Mouvements tectoniques :

Mouvements des plaques lithosphériques les unes par rapport aux autres sous l'action de mouvements de convection ayant lieu à la surface du manteau terrestre.

### Roches magmatiques :

Roches formées lors du refroidissement et de la solidification du magma. Quand le magma remonte à la surface de la terre lors d'une éruption volcanique, sa solidification donne naissance à des roches volcaniques (exemple : le basalte). Si le magma n'atteint pas la surface et cristallise en profondeur, on parle de roches plutoniques (exemple : le granite).

### Roches métamorphiques :

Roches issues de la transformation d'autres roches sous l'action de températures et de pressions élevées en général en profondeur.

### Roches sédimentaires :

Roches produites à la surface de la Terre et qui recouvrent les roches métamorphiques et magmatiques. Elles sont souvent issues de l'érosion de ces dernières.