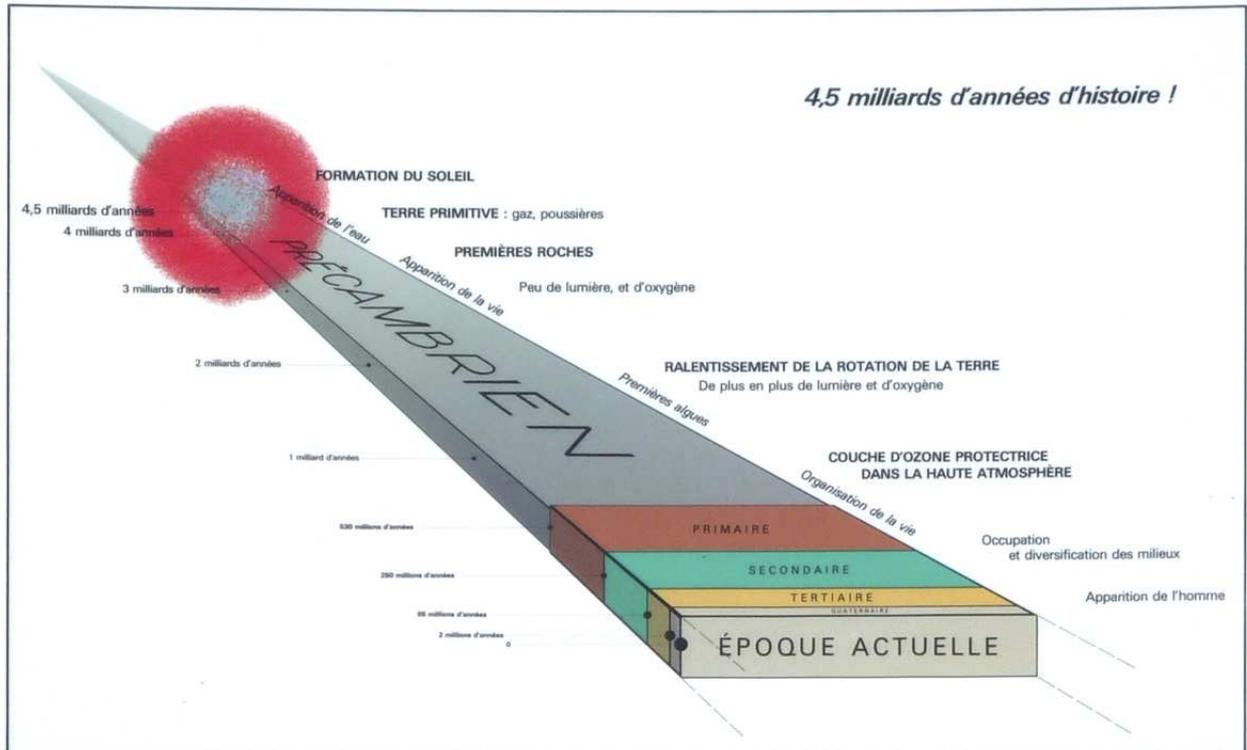
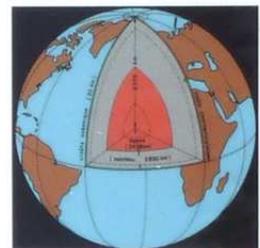


# Géologie du Massif Armoricaïn



La succession des phénomènes qui ont jalonné l'histoire de la terre, vieille de plus de 4,5 milliards d'années, a donné à notre planète sa physionomie actuelle et sa structure profonde.

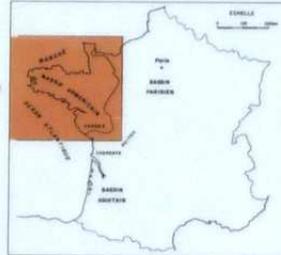


# LE MASSIF ARMORICAIN

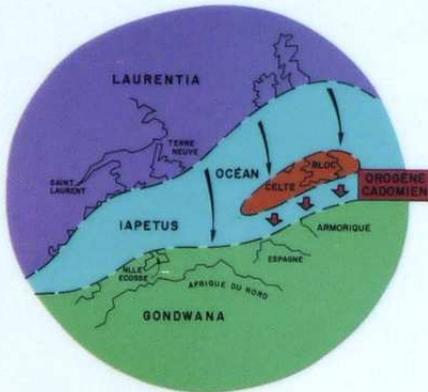
## Présentation

### LE MASSIF ARMORICAIN ACTUEL ET SES BORDURES

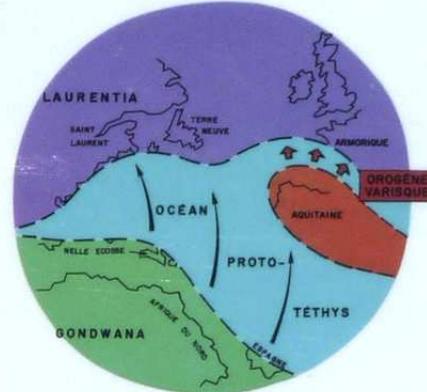
Limites de la région présentée



### ÉBAUCHE ET ÉDIFICATION DU MASSIF ARMORICAIN JUSQU'À LA FIN DE L'ÈRE PRIMAIRE



Après une première ébauche du Massif Armoricaïn, constituée il y a quelque 600 millions d'années, au cycle cadomien, l'océan Proto-Téthys s'est ouvert à l'orée de l'ère primaire, vers 500 millions d'années, entre les continents Laurentia et Gondwana.



A la suite d'un changement de mouvement, c'est à la fermeture de cet océan et plus particulièrement du bras de mer séparant les plaques Armorique et Aquitaine, qu'est essentiellement due l'édification du Massif Armoricaïn, au cours du cycle varisque, entre 420 et 300 millions d'années.

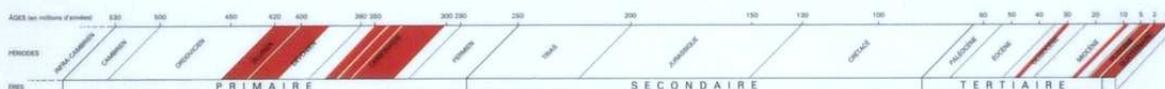
L'édification du Massif Armoricaïn par le jeu des plaques Armorique et Aquitaine est analysée à l'aide de blocs-diagrammes, par les panneaux suivants. Cette première phase de l'histoire du Massif Armoricaïn est achevée à la fin de l'ère primaire (245 millions d'années).

### FAÇONNEMENT DU MASSIF ARMORICAIN DEPUIS L'ÈRE SECONDAIRE

Durant les ères secondaire, tertiaire et quaternaire, l'édifice armoricaïn ne subit plus que des mouvements d'ensemble ou des retouches de détail. Son histoire, décrite par des cartes paléogéographiques, est surtout marquée par des avancées ou des retraits de la mer et par le façonnement des terres émergées.

### PRINCIPAUX JALONS DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU MASSIF ARMORICAIN

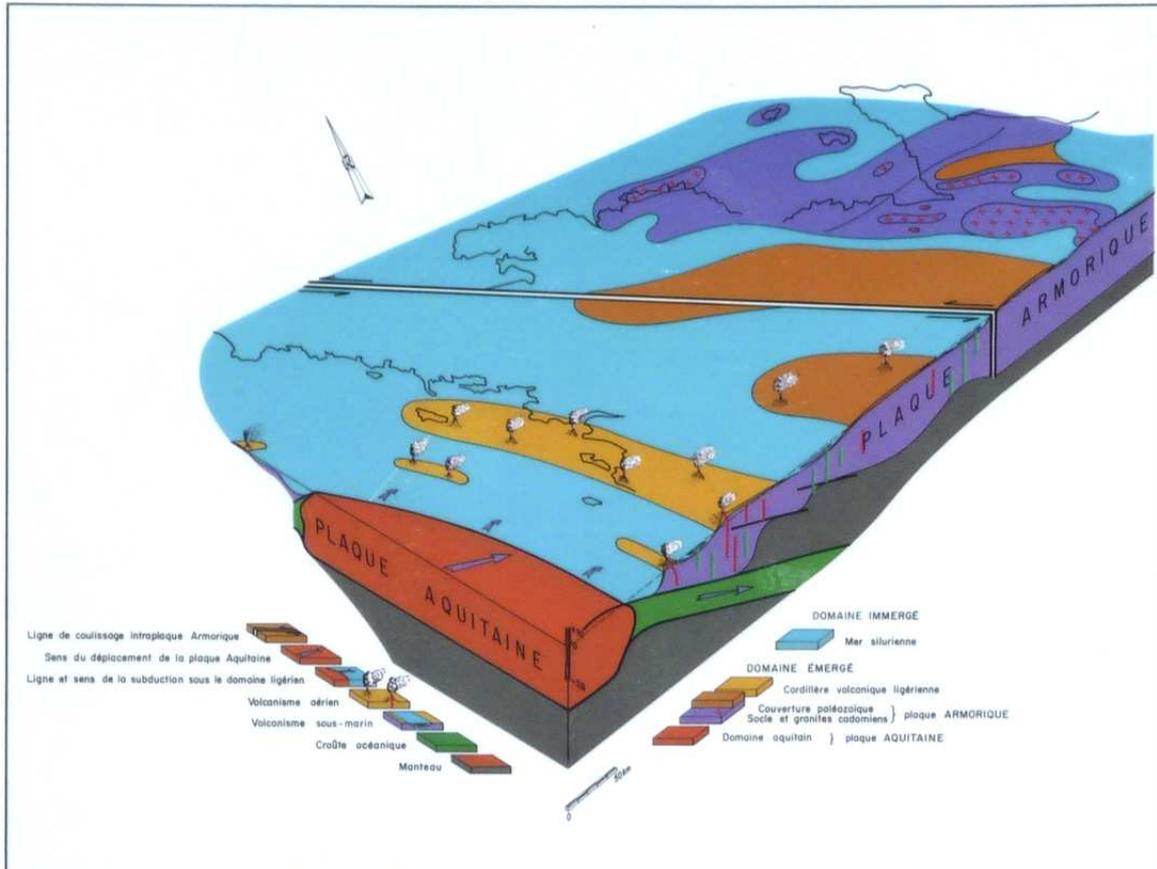
Tel qu'il est figuré par la carte géologique actuelle, l'aspect du Massif Armoricaïn est acquis progressivement au cours d'une longue histoire. Seules quelques époques importantes ont été choisies pour jalonner cette histoire.



# LE MASSIF ARMORICAIN AU PRIMAIRE

## Phase ligérienne

### La subduction de 420 à 400 millions d'années



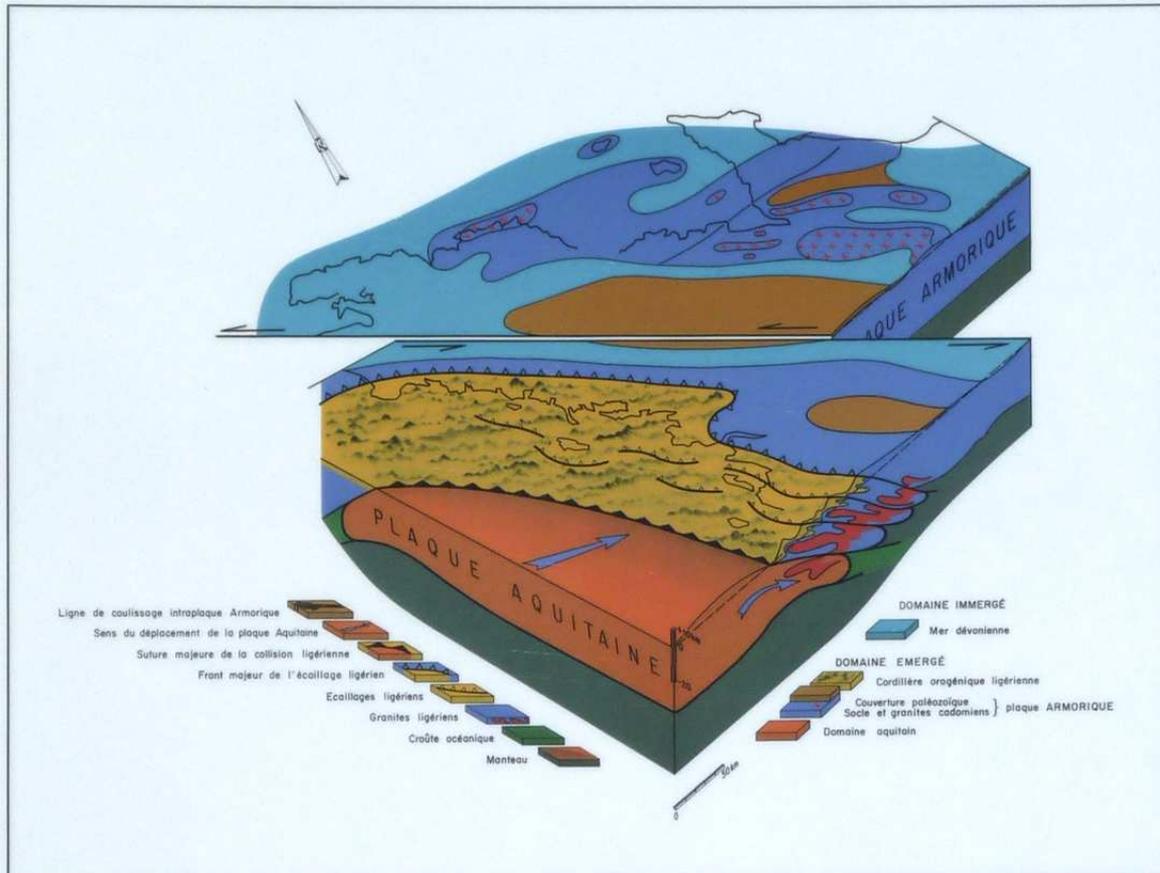
Au Silurien (420-400 millions d'années), les deux plaques convergent l'une vers l'autre selon un mouvement de direction Sud-Ouest/Nord-Est. Ce mouvement engendre le **plongement** ou "subduction" de la croûte océanique Aquitaine sous la croûte continentale d'Armorique en provoquant la formation d'une **cordillère volcanique**. Ce mouvement s'accompagne également d'un **important coulissage** au sein même de la plaque Armorique le long de la grande faille des Landes de Lanvaux.



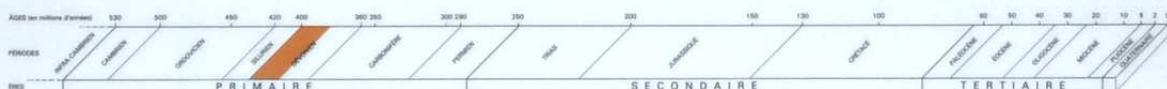
# LE MASSIF ARMORICAIN AU PRIMAIRE

## Phase ligérienne

### La collision de 400 à 380 millions d'années



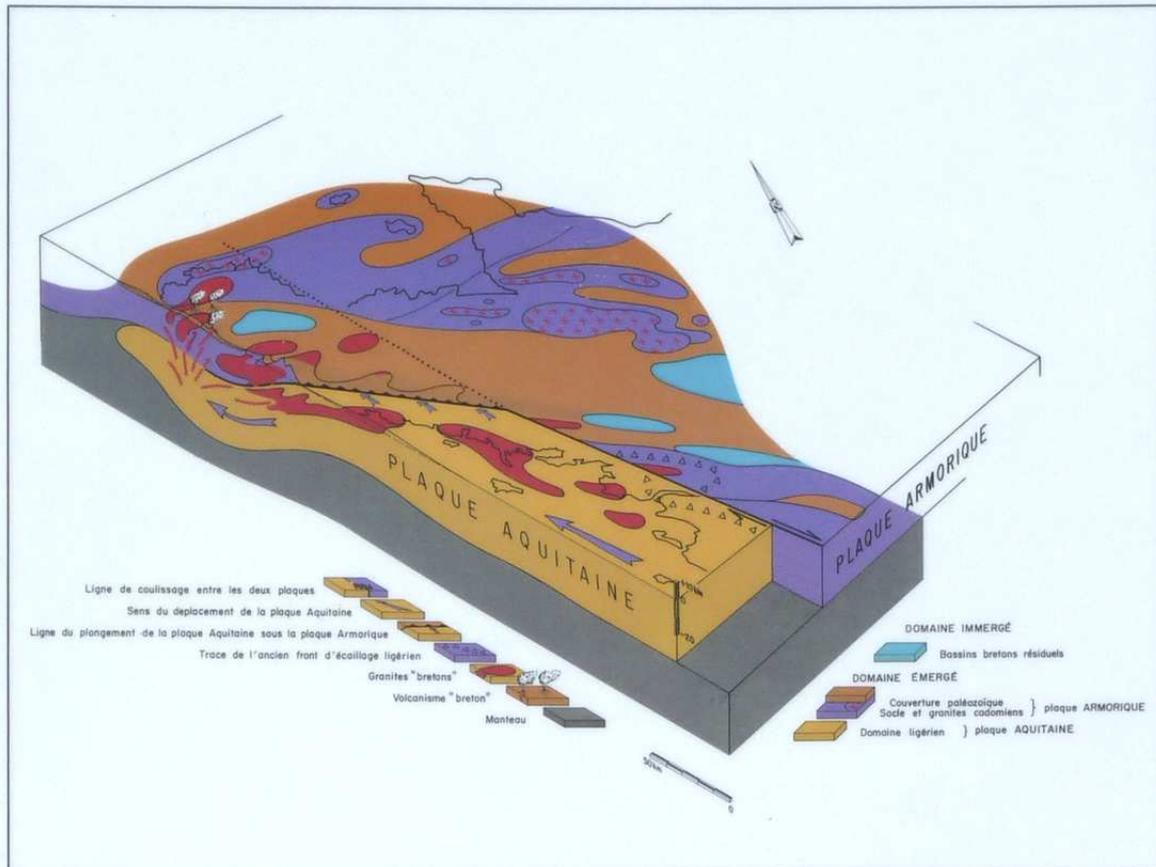
Au Dévonien inférieur (400-380 millions d'années), alors que le mouvement convergent entre les deux plaques et le coulissage intra-plaque se poursuivent, **les continents d'Armorique et d'Aquitaine se heurtent**. La compression engendrée par cette "collision" provoque, à la limite des deux plaques, la **surrection de la cordillère orogénique ligérienne**, haute chaîne de montagnes comparable à l'Himalaya, qui s'accompagne d'un important écaillage tectonique et de la formation des **granites ligériens profonds**.



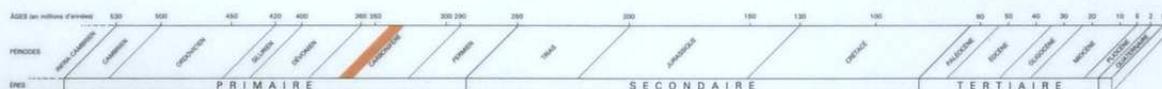
# LE MASSIF ARMORICAIN AU PRIMAIRE

## Phase bretonne

Le paroxysme de 340 à 330 millions d'années

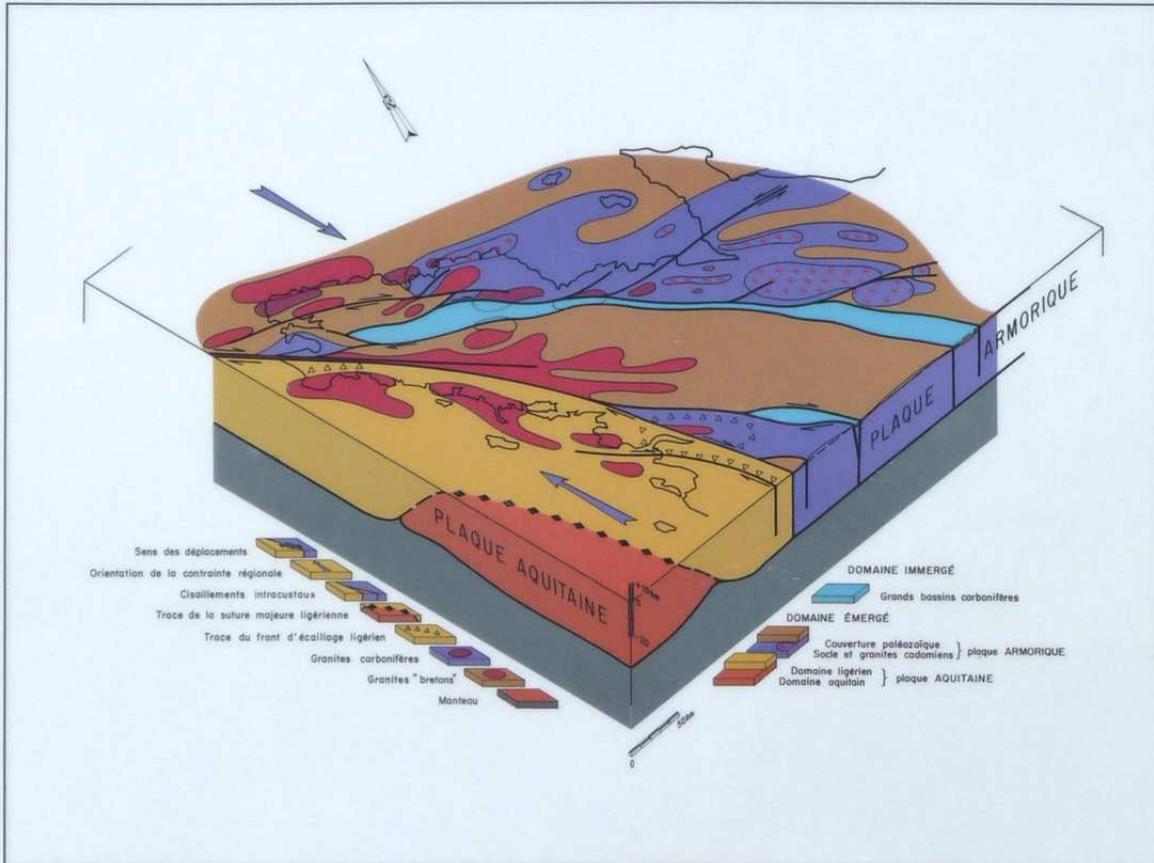


Au Dinantien supérieur (340-330 millions d'années), le **plongement** de la plaque Aquitaine sous la plaque Armorique **se bloque**. La surépaisseur continentale, engendrée par ce mouvement, provoque la **surrection du domaine ouest breton** et la formation en profondeur des **granites bretons** qui montent dans la croûte à la manière de **bulles visqueuses**.



## Phase ultime

### Les bassins carbonifères de 330 à 300 millions d'années



Au Dinantien supérieur (330-310 millions d'années), la direction de contrainte entre les deux plaques demeure orientée Nord-Ouest/Sud-Est mais, **les plaques étant bloquées**, cette contrainte entraîne d'importants **cisaillements intracrustaux** qui permettent l'ouverture des **grands bassins carbonifères**. A la fin de l'époque carbonifère (300 millions d'années), ces bassins seront ensuite refermés, cet **ultime serrage** étant associé à la mise en place des **derniers granites armoricains**.  
**Le Massif Armoricain aura alors pratiquement acquis sa structure actuelle.**





# LE MASSIF ARMORICAIN AU SECONDAIRE

de 250 à 65 millions d'années



*Depuis la fin du Primaire...*

*Durant la fin du Primaire et le début du Secondaire,  
le domaine marin est cantonné très à l'Est.*

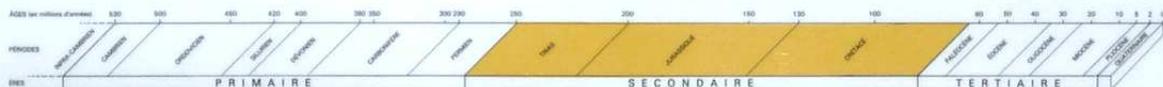
*Le Massif Armoricaïn demeure largement émergé.  
Il s'aplanit progressivement sous l'effet de l'érosion  
qui rabote les montagnes ligériennes et bretonnes.*

**Au cours de l'ère secondaire, la mer s'avance progressivement vers l'Ouest :**  
elle envahit à diverses reprises les bassins de Paris et d'Aquitaine.

Les transgressions marines majeures du Jurassique moyen et du Crétacé supérieur épargnent cependant une "île armoricaïne" plus ou moins étendue.

Le climat intertropical favorise l'**altération des roches**.

Mis à part le rejeu d'accidents anciens, la stabilité globale du socle armoricaïn limite l'érosion et permet la conservation du manteau d'altération.



# LE MASSIF ARMORICAIN AU TERTIAIRE

## Époque Oligocène de 34 à 23 millions d'années

Depuis la fin du Secondaire

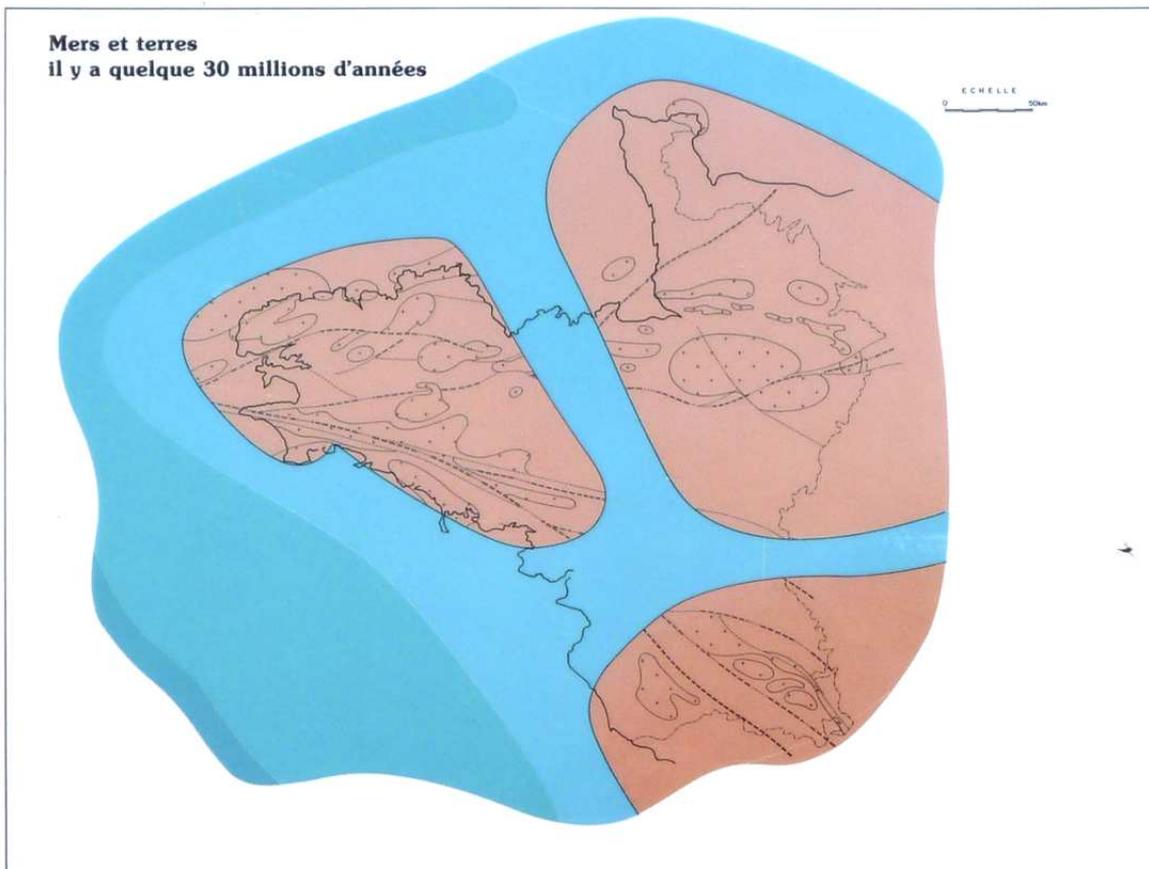
La transgression marine du Crétacé est suivie d'une période d'émersion prolongée, exception faite d'une incursion mineure de la mer à l'Éocène.

La mer s'avance de nouveau sur le Massif Armoricain au milieu du Tertiaire (Stampien).

A ce moment règnent encore des climats chauds et humides comparables à ceux des régions intertropicales actuelles où se développe une **profonde altération des roches**, sous un couvert végétal dense.

Sous le manteau d'altération continentale, les **grandes structures** du socle armoricain, acquises dès la fin du Primaire, **demeurent inchangées**.

### Mers et terres il y a quelque 30 millions d'années



#### Domaine marin

- Domaine littoral de très faible profondeur, sédimentation fine, carbonatée, parfois argilo-sableuse.
- Domaine sublittoral de faible profondeur, sédimentation principalement carbonatée.
- Domaine des grandes profondeurs.

Autour des continents émergés, la mer est généralement peu profonde. L'eau est transparente, relativement chaude comme la Méditerranée aujourd'hui.

Les sédiments qui s'accumulent au fond de cette mer sont fins, à dominante calcaire, parfois sableux ou argileux. Sur les hauts-fonds, l'évaporation favorise le dépôt de roches telles que les gypses.

#### Côtes

Tracé approximatif des côtes

La limite entre mers et terres n'est pas connue avec précision : son tracé est en réalité l'enveloppe des dépôts marins actuellement connus et dont l'âge oligocène est établi. Les côtes de cette période sont souvent marécageuses.

#### Domaine continental

Rappel des grandes structures acquises à la fin du Primaire.

- Granites.
- Directions structurales majeures.
- Principales failles.

Sur les terres émergées, le relief est peu accusé.

Mis à part les rejets d'accidents anciens, la stabilité globale du socle armoricain limite l'érosion et permet la conservation du manteau d'altération.

Le climat, très humide du début Tertiaire, devient sensiblement plus sec.

Une végétation plus tempérée s'installe progressivement. C'est la Louisiane d'aujourd'hui.



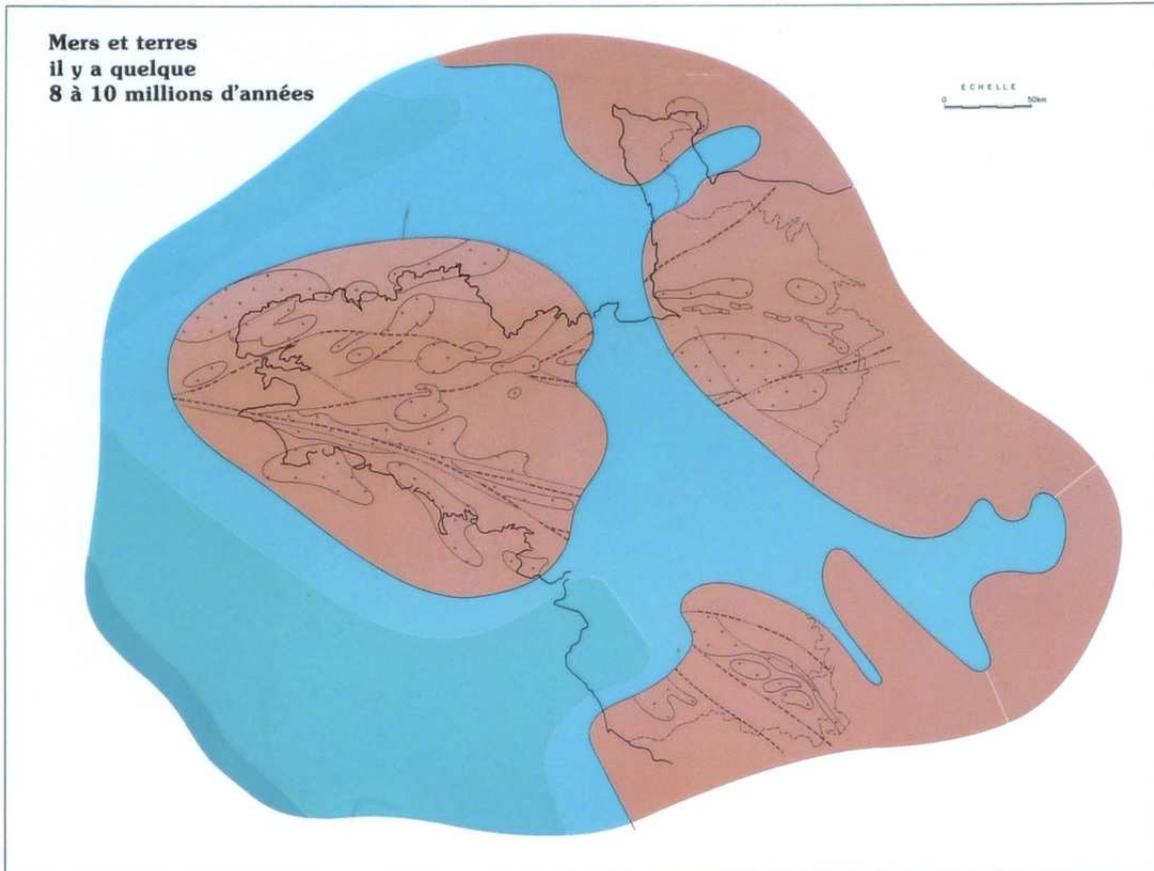
# LE MASSIF ARMORICAIN AU TERTIAIRE

## Èpoque Miocène de 23 à 5 millions d'années

Depuis l'Oligocène...

Après la transgression oligocène, il y a quelque 35 millions d'années, la mer se retire globalement jusqu'à une cinquantaine de kilomètres des côtes actuelles. Il faut attendre quelque 20 à 25 millions d'années pour assister au retour de la mer. C'est la mer dite "des faluns" qui couvre une partie du Massif Armoricain il y a 8 à 10 millions d'années (Helvétien).

Mers et terres  
il y a quelque  
8 à 10 millions d'années



### Domaine marin "mer des faluns"

- Domaine littoral de très faible profondeur, sédimentation fine, carbonatée, parfois argilo-sableuse.
- Domaine sublittoral de faible profondeur, sédimentation principalement carbonatée.
- Domaine des grandes profondeurs.

Autour des continents, la mer demeure de faible profondeur, mais la sédimentation est plus grossière qu'à l'Oligocène. Il se dépose en particulier des "faluns", roches riches en débris de coquilles.

Près des côtes, la mer est agitée de courants violents qui déposent dans des chenaux les sables amenés par les fleuves.

Sur les hauts-fonds, en eau calme, des colonies de bryozoaires construisent des récifs. C'est une mer subtropicale, comme au large du Sud marocain actuel.

### Côtes

Tracé approximatif des côtes  
Le tracé des côtes n'est pas connu avec précision. Aussi est-il figuré schématiquement par l'enveloppe des dépôts marins miocènes identifiés.  
Des golfes importants pénètrent loin à l'intérieur des terres ou aboutissent de larges estuaires. Au fond de ces golfes s'installent des lagunes.

### Domaine continental

Rappel des grandes structures acquises à la fin du Primaire.

- Granites.
- Directions structurales majeures.
- Principales failles.

Sur les terres émergées, le relief demeure relativement aplani. La stabilité globale du socle persiste, en dépit du rejeu d'accidents anciens.

L'érosion n'affecte donc que modestement la couverture d'altération. Mais cette couverture se développe peu sous des climats qui deviennent plus secs.

La végétation est celle que l'on trouve aujourd'hui sous les climats semi-arides d'Afrique du Nord.



# LE MASSIF ARMORICAIN AU TERTIAIRE

## Époque Pliocène de 5 à 2 millions d'années

Depuis le Miocène...

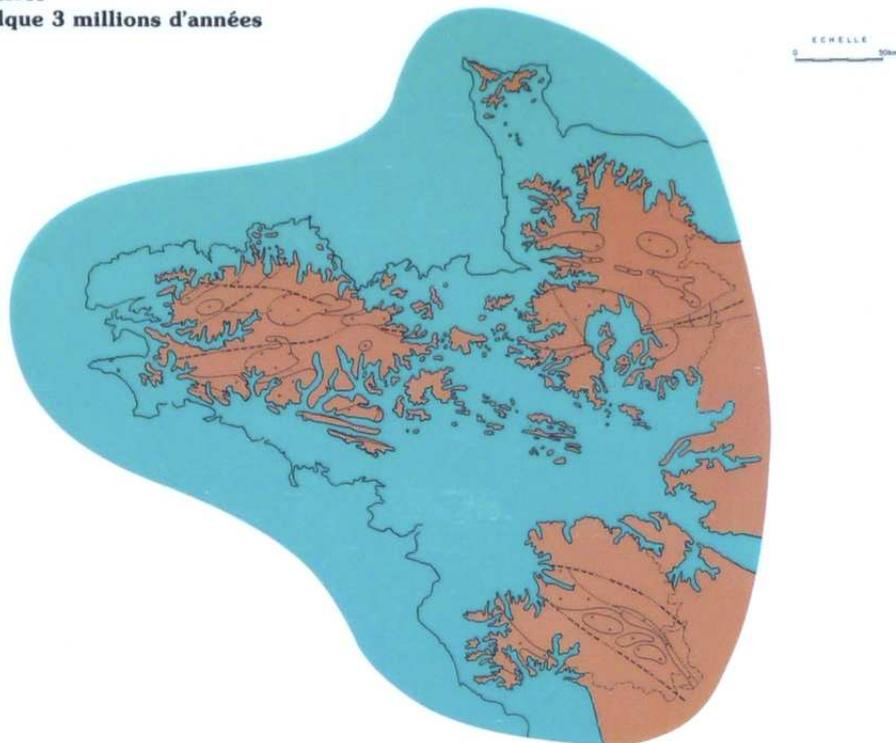
Après la transgression miocène, il y a quelque 10 millions d'années, la mer se retire, sauf peut-être dans certaines régions basses, telle probablement l'actuelle vallée de la Loire.

Pendant cette période, le Massif Armoricain est le siège de **mouvements tectoniques** qui réactivent les failles anciennes du socle et dont les conséquences sont importantes :

- Formation d'un **grand bombement Est-Ouest** qui marque le partage des eaux entre Manche et Atlantique.
- **Croisement des vallées**.
- **Érosion de la couverture d'altération**.

Une nouvelle invasion marine s'amorce au Pliocène, dont l'étape la plus importante se situe au Pliocène supérieur, il y a quelque 3 millions d'années. C'est la mer dite des sables rouges. A cette époque, les climats subtropicaux, semi-arides, du Miocène ont fait place à des climats tempérés moins chauds, avec des épisodes froids qui annoncent les grandes glaciations quaternaires.

### Mers et terres il y a quelque 3 millions d'années



#### Domaine marin

**"mer des sables rouges"**

La mer est **peu profonde**, agitée de nombreux courants. Elle a perdu le caractère subtropical de la mer miocène et devient plus tempérée.

La **sédimentation détritico sableuse** (quartz, glauconie...) est alimentée par l'érosion de la couverture d'altération des régions émergées.

#### Côtes

Tracé hypothétique des côtes

Fondé sur diverses hypothèses, le tracé de la côte évoque, de manière figurative, l'image de la mer à cette époque :

- **Rivages très découpés**, car la mer pénètre loin à l'intérieur des terres, dans les **vallées étroites** creusées, tels des "rias", au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur.
- Mer parsemée de nombreux îlots.

#### Domaine continental

Rappel des grandes structures acquises à la fin du Primaire.

Granites.

Directions structurales majeures.

Principales failles.

Sous l'influence de mouvements tectoniques, le relief relativement aplani du Miocène s'est accentué, favorisant l'érosion de la couverture d'altération.

Au Pliocène, les climats deviennent moins chauds : ils oscillent entre ceux de milieux tempérés chauds et humides, et ceux de milieux froids et secs.

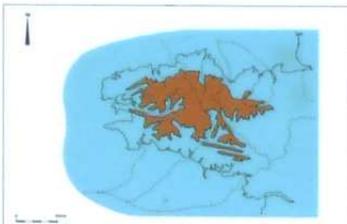


# LE MASSIF ARMORICAIN AU QUATÉNAIRE

## Depuis 1,8 millions d'années

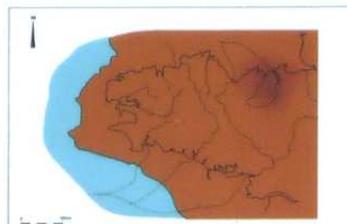
*Le socle armoricain continue à se comporter comme un bloc rigide, susceptible de subir des mouvements d'ensemble, accompagnés du rejeu de structures anciennes.*  
*Le Massif achève d'acquies sa morphologie actuelle sous l'influence des variations conjuguées du climat et du niveau de la mer.*  
*Les dernières grandes retouches sont le fait des ultimes glaciations qui se terminent en Europe il y a un peu moins de 15 000 ans.*

### AVANCÉES ET RETRAITS DE LA MER



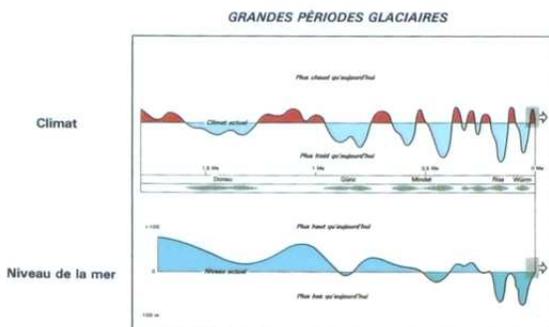
**La côte au début du Quaternaire**  
 La mer atteint des régions situées aujourd'hui à près de 100 m au-dessus du littoral.  
 Seule une partie de la Bretagne est émergée.

Terrain émergés  
 Mer

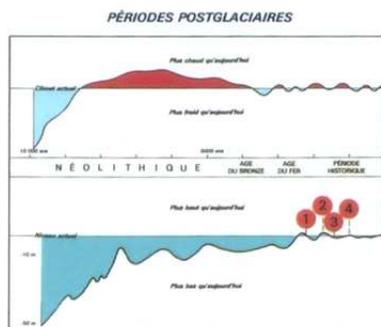


**La côte pendant les dernières périodes glaciaires**  
 Le niveau de la mer est environ 100 m plus bas qu'aujourd'hui.  
 La côte est alors située à quelque 50 à 100 km au large du rivage actuel.

### VARIATIONS DU CLIMAT ET DU NIVEAU DE LA MER

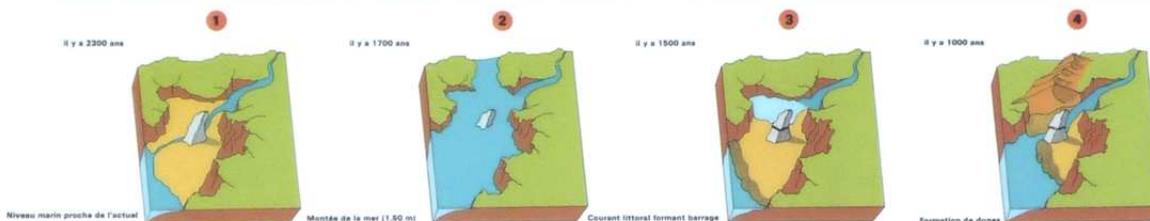


La Bretagne n'a pas été touchée directement par les grandes glaciations quaternaires d'Europe du Nord.  
 Leur influence s'est cependant traduite par d'importantes baisses du niveau de la mer.



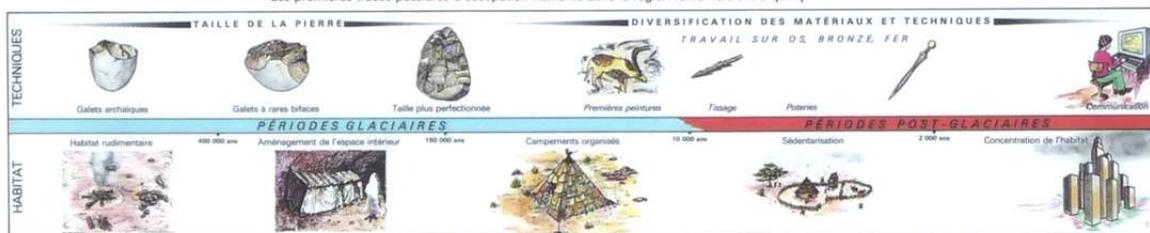
En quelques milliers d'années, le climat se réchauffe; le niveau de la mer remonte rapidement.  
 Depuis 7000 ans, ils présentent encore de nombreuses fluctuations, illustrées par différents paysages côtiers.

### PAYSAGES DES 3000 DERNIÈRES ANNÉES



### GRANDES ÉTAPES DE L'HISTOIRE DE L'HOMME

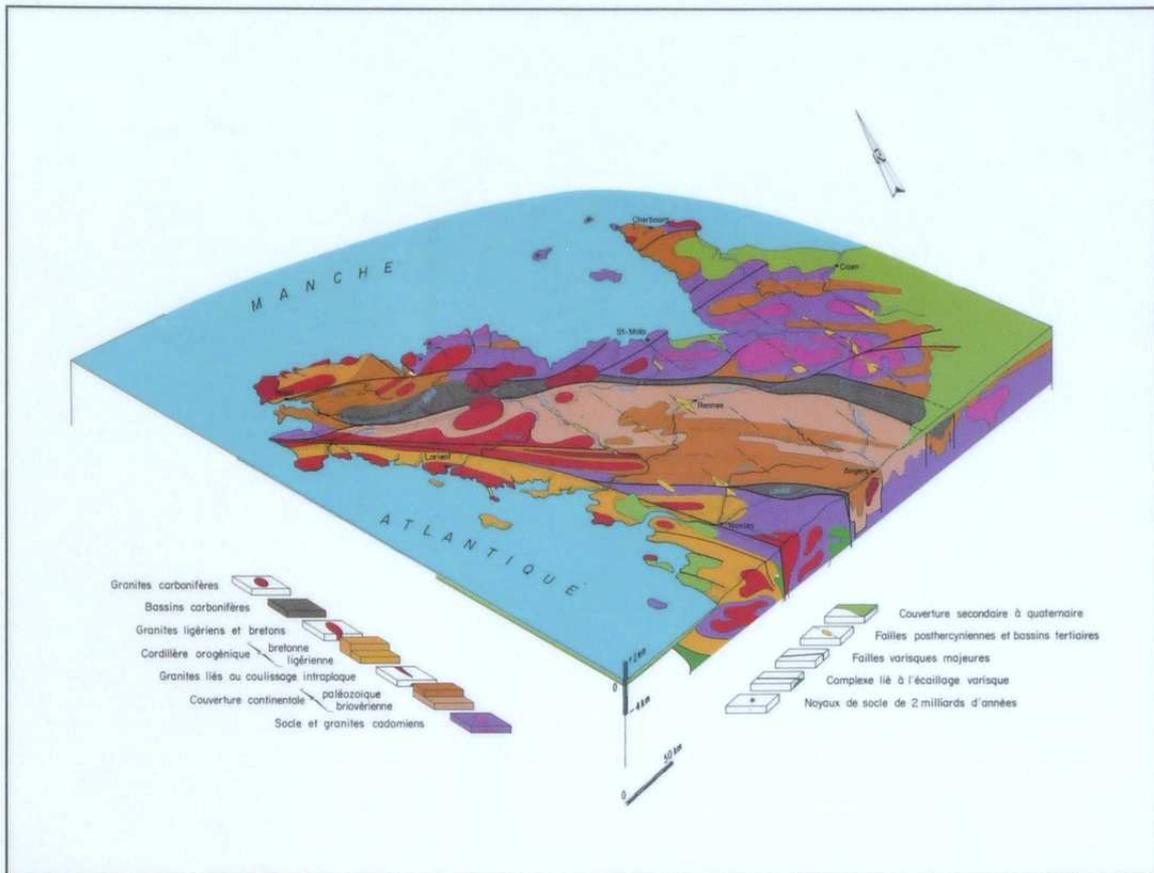
Les premières traces possibles d'occupation humaine dans la région remonteraient à quelque 700 000 ans.



# LE MASSIF ARMORICAIN ACTUEL

## Esquisse structurale

La structure actuelle du Massif résulte d'une **longue histoire** illustrée par les panneaux précédents.  
 Elle **s'ébauche** au cours de l'**orogénèse cadomienne** (600 millions d'années),  
 mais **s'édifie** essentiellement pendant les phases **ligérienne** et **bretonne**  
 de l'**orogénèse varisque** (420-320 millions d'années), induite par la collision des plaques **AQUITAINE** et **ARMORIQUE**.



La collision des plaques provoque la **surrection de Cordillères**, accompagnée de volcanisme, de venues granitiques, de failles.

**De grands accidents**, de direction varisque W.NW-E.SE, délimitent ainsi les **principales unités de socle**, structurées au cours des diverses phases orogéniques.

**Au Carbonifère**, le rejeu des accidents nord-armoricains provoque l'ouverture de **grands bassins** (Châteaulin, Laval).

**Fin Primaire**, le Massif est pour l'essentiel structuré.

L'**érosion l'aplanit**, favorisant plusieurs **incursions marines**, dont l'extension est mieux connue au Tertiaire qu'au Secondaire.

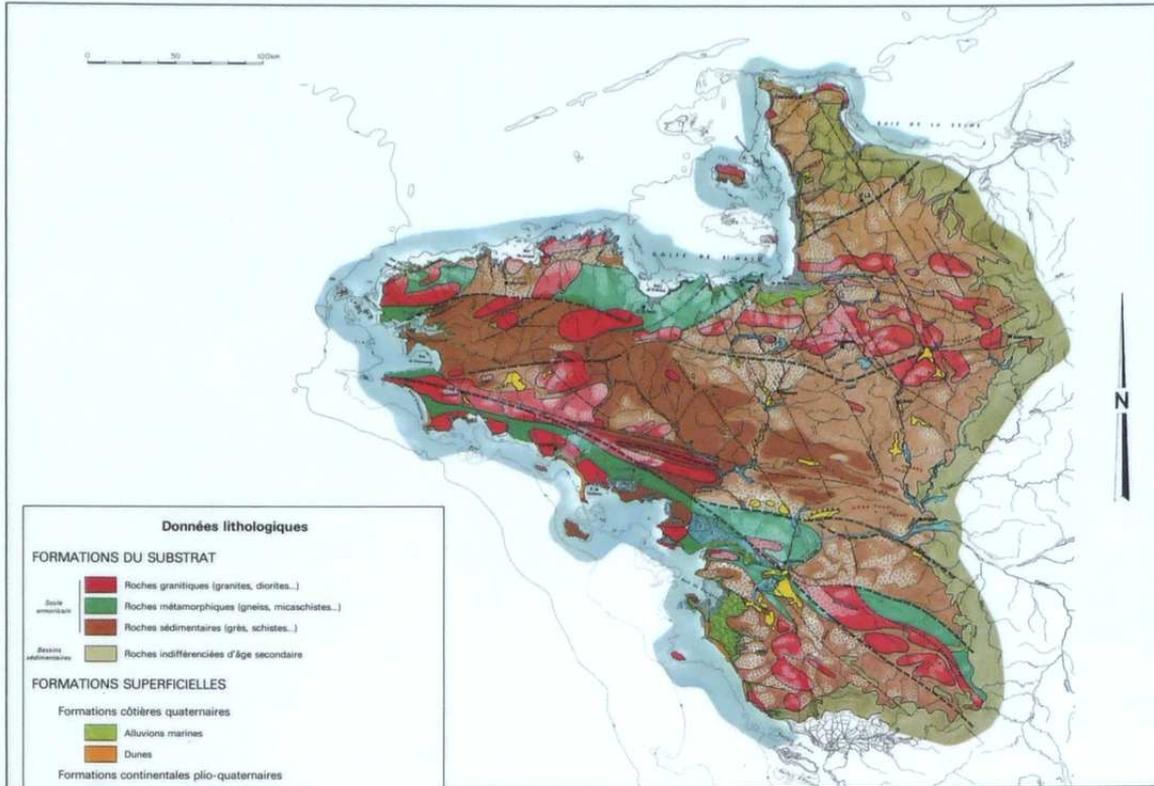
**Au cours du Tertiaire**, de profonds **fossés tectoniques**, associés à des failles NW-SE, piègent de puissants sédiments.

**Au Quaternaire**, cette tectonique s'affaiblit : elle se traduit par des **rejeux localisés de failles**.



# LE MASSIF ARMORICAIN ACTUEL

## Carte géologique simplifiée



**Données lithologiques**

**FORMATIONS DU SUBSTRAT**

- Socle armoricain**
  - Roches granitiques (granites, diorites...)
  - Roches métamorphiques (gneiss, micaschistes...)
  - Roches sédimentaires (grès, schistes...)
- Bassin sédimentaire**
  - Roches indifférenciées d'âge secondaire

**FORMATIONS SUPERFICIELLES**

**Formations côtières quaternaires**

- Alluvions marines
- Dunes

**Formations continentales plio-quaternaires**

- Alluvions indifférenciées. Extension notable (principales toundras)

**Formations marines ou continentales tertiaires**

- Roches meubles ou indurées, indifférenciées, plus ou moins remaniées

**Formations d'altération, continentales, tertiaires et secondaires, plus ou moins remaniées et enrichies d'apports éoliens au Quaternaire**

- Roches granitiques
- Roches métamorphiques
- Roches sédimentaires (Formations et surfaces)

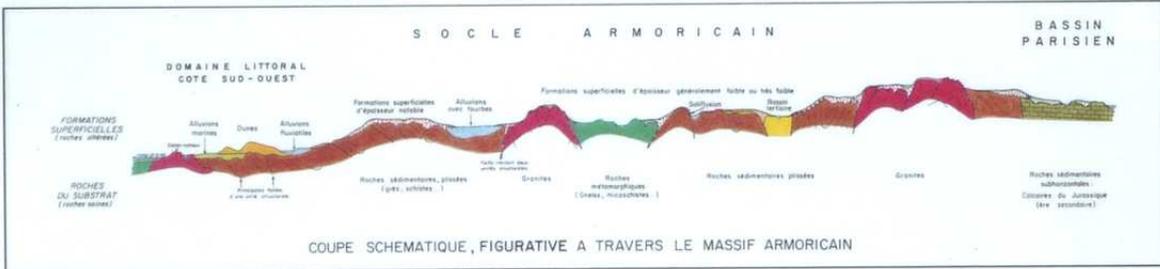
**Données structurales**

- Directions structurales majeures
- Principales failles du socle
- Failles pliocènes
- Failles quaternaires et plio-quaternaires
- Principales zones effondrées quaternaires ou plio-quaternaires

Cette carte présente une **vision actuelle simplifiée** de la géologie du Massif Armoricain. Les grands traits sont hérités d'une longue histoire dont les panneaux précédents fournissent les principaux jalons.

La mise en place des **grandes unités structurales** du socle armoricain était pour l'essentiel achevée à la fin de l'**ère primaire**, il y a quelque 300 millions d'années. Les trois couleurs figurent les trois principaux ensembles de roches associées à ces grandes unités. Pendant l'**ère secondaire**, soit un peu plus de 150 millions d'années, le Massif Armoricain est resté pour l'essentiel **émergé**. Il ne porte donc pas de témoins importants des roches sédimentaires qui se déposaient à cette époque dans les mers des bassins de Paris, à l'Est et d'Aquitaine, au Sud. Durant l'**ère tertiaire**, le Massif Armoricain a été **envahi par la mer**, à diverses reprises, sur des surfaces plus ou moins grandes. Des témoins de ces invasions sont encore conservés, notamment pour les principales d'entre elles, à l'Oligocène (il y a quelque 30 à 35 millions d'années), au Miocène (environ 8 à 10 millions d'années)

et au Pliocène (de l'ordre de 2 à 3 millions d'années). La couleur figure les principaux témoins connus de roches tertiaires. Les **domaines émergés** au Secondaire et au Tertiaire ont été soumis à des climats plus ou moins chauds et humides, responsables d'une **puissante couverture d'altération superficielle**. Les roches de cette couverture ont été maintes fois érodées et remaniées, depuis leur apparition jusqu'à la période actuelle. Parfois indurées au cours du Tertiaire, souvent enrichies d'apports éoliens durant les périodes froides du **Quaternaire**, les formations superficielles masquent encore les **roches saines du substrat**, sur de vastes superficies, avec des épaisseurs parfois importantes. L'extension et l'épaisseur des formations superficielles sont traduites par des dégradés des trois couleurs



COUPE SCHEMATIQUE, FIGURATIVE A TRAVERS LE MASSIF ARMORICAIN