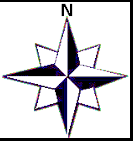


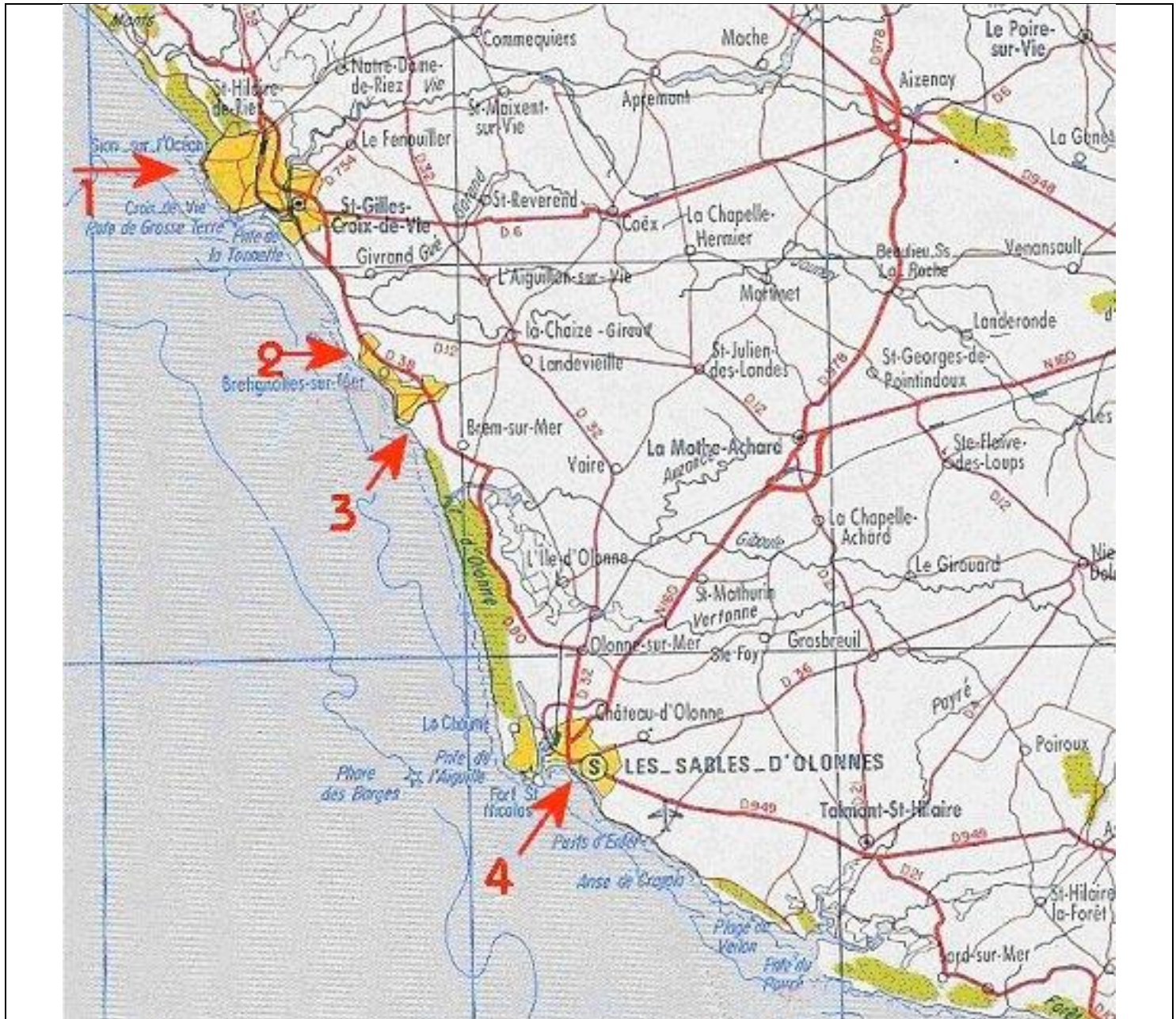


RECHERCHE DES INDICES DE L'OROGENESE HERCYNIEENNE EN VENDEE



Objectifs : replacer les indices c'est-à-dire la présence de certaines roches, déformations et minéraux rencontrés sur la côte vendéenne, dans le contexte de différentes étapes de la formation et de la destruction de la chaîne hercynienne, actuellement réduite à l'état de pénéplaine.

Côte vendéenne - Bretignolles



1 - Sion x= 578 061
Y= 517 2802

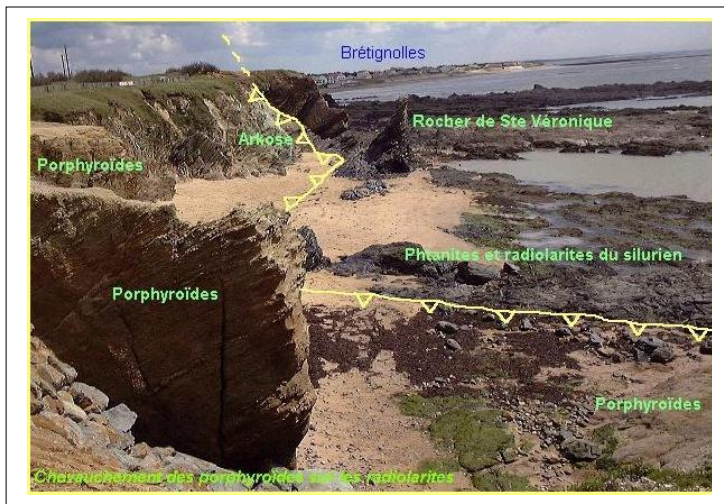
2 - Bretignolles la Sauzaie x= 584 546
Y= 516 5660

3 – Brétignolles plage
Rocher de Ste véronique

4 – Les Sables d'Olonne plage des présidents

A – Principales caractéristiques des affleurements et des roches observés en différents points (arrêts) :

- ➔ **Arrêt à Sion :** plis anisopaques présents, puis schistosité seule.
- La roche sombre, avec de nombreux lits de quartz, présente un aspect en « feuillet », une « schistosité », c'est un « schiste », soit une roche métamorphique.
 - Les déformations correspondent à des plis d'inégale épaisseur « plis anisopaques ». Par superposition, des couches sédimentaires argileuses se sont déposées au fond d'un océan, les plis observés ont déformé ces couches, ils leur seraient donc postérieurs (principe de déformation).
- ➔ **Arrêt à Brétignolles la Sauzaie :** porphyroïdes, anciennes rhyolites (magma proche du granite) avec de l'orthose (feldspath) dont les cristaux, fracturés, possèdent de la chlorite en recoupement (formation postérieure témoin de faible profondeur).
- ➔ **Arrêt à Brétignolles plage :** zone de contact entre deux plaques.



- ➔ **Arrêt appelé les Sables 1,** sur la plage des Présidents, on y rencontre un micaschiste avec des grenats (indicateur de Tpre : +450°C).
- ➔ **L'arrêt appelé les Sables 2** correspond à celui où l'on observe les gneiss œillés ou migmatites, roches attestant une fusion partielle.

Pour certains affleurements, les conditions de pression et de température peuvent avoir changé, comme l'atteste la présence de minéraux, appartenant à des domaines de pression et de température très différents :

	Sion	Brétignolles 1 « la Sauzaie »	Brétignolles 2 « la Plage »	Les Sables 1	Les Sables 2
Déformations des roches	PLIS ANISOPAQUES Schistosité- feuillette	ETIREMENT Schistosité-	PLIS ANISOPAQUES Schistosité- CHEVAUCHEMENT	Schistosité Foliation	Schistosité Foliation DEBUT DE FUSION
Minéraux « témoins »	CHLORITE	ORTHOSE puis CHLORITE	ORTHOSE ET CHLORITE	GRENAT ET CHLORITE	« YEUX » de Quartz et Feldspaths
Conditions T ^{re} et profondeur	450°C /500°C 5 à 8 km=BP	450°C /500°C 5 à 8 km=BP	450°C /500°C 5 à 8 km=BP	450°C/500°C 25 à30 km=HP puis 5 à 8 km=BP	700°C =HT 20à 30 km=HP

B – Utilisation des indices minéralogiques :

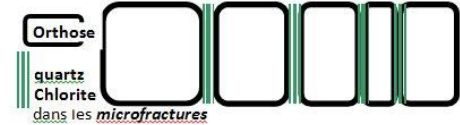
Arrêt à Sion :

- La température de formation de la chlorite étant comprise entre 300 et 500°C, le domaine de stabilité de ce minéral se situe donc entre 300 et +500°C pour des profondeurs entre 5 et 20 km environ.
- Les roches trouvées à Sion possèdent des plis anisopaques visibles entre 5 et 10 km seulement, elles ont donc pu se former à des températures entre 300 et 500°C, pour une profondeur entre 5 et 10 km.

Des plis avec une augmentation de température et de pression pourraient révéler un contexte de convergence de plaque.

Arrêt à Brétignolles la Sauzaie :

- D'après le principe de recoupement : la chlorite est donc « postérieure » à l'orthose.



D'un point de vue tectonique l'étirement observé pourrait faire penser à un contexte de divergence, or de telles figures sont caractéristiques des roches des zones de convergence soumises à des chevauchements, cassures et étirements.

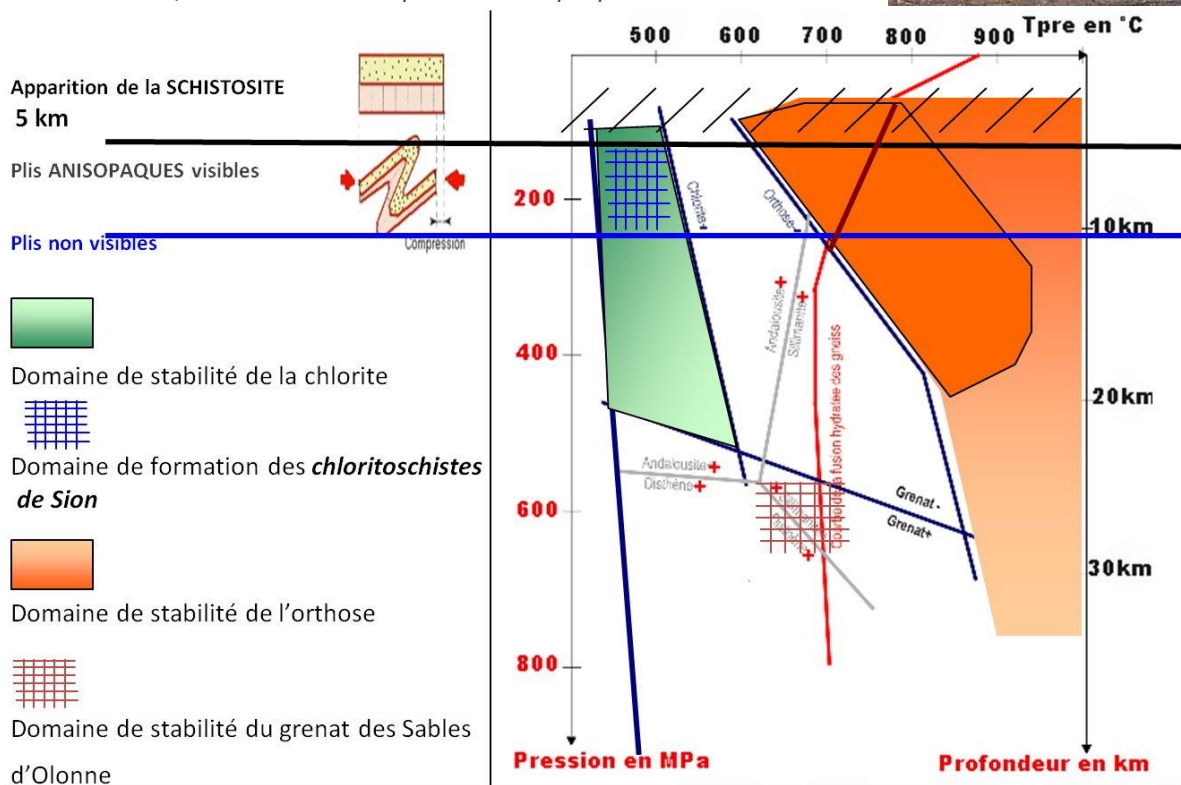
- Les conditions thermodynamiques de formation de la chlorite et de l'orthose sont tout à fait différentes, l'orthose ne se formant qu'à partir de 600°C. Ces minéraux n'ont donc pu se former en même temps.
- La seule explication plausible de la présence de ces deux minéraux simultanément serait :
 - un étirement de la roche renfermant de l'orthose (donc après des contraintes tectoniques), à l'origine des microfractures
 - un remplissage de ces microfractures. La présence de la chlorite, indiquant ainsi un passage de la roche à une température inférieure à celle de la formation de l'orthose.

On aurait donc eu un épisode métamorphique de faibles Pressions et basses températures, avec des déformations qui aurait affecté la roche magmatique en place : une rhyolite.

Les chloritoschistes de Sion et les porphyroïdes de Brétignolles se seraient mis en place lors d'un même épisode métamorphique, autrement dit d'un même événement géologique : une convergence de plaques tectoniques.

Arrêt appelé les Sables 1 :

- Comme la plupart des roches de cette série, on constate un litage des minéraux, caractéristiques des contraintes de pressions appliquées aux roches sédimentaires originelles.
- Lorsque à la pression s'ajoute une élévation de température (enfoncement de la roche), des minéraux disparaissent tandis que d'autres se reforment, ainsi, la composition chimique de la roche ne varie pas mais sa structure change et l'on passe des roches finement feuilletées comme les schistes et micaschistes de la plage des sables à des roches telles que les gneiss, se débitant plus en plaque, avec parfois des poches ou « yeux » de quartz ou feldspath (gneiss oillés ou migmatites) caractéristiques d'un début de fusion.
- Le grenat : minéral HP/BT est un minéral repère métamorphique.



C – Recherche de quelques indices de l'orogénèse et des étapes qui ont précédé la mise en place de ces roches:

Arrêt à Brétignolles plage :

Trace de la présence d'un océan profond dans la région : les **radiolarites** de S^{te} Véronique, datée par la présence des **fossiles marins** (graptolites) au **Silurien** (Primaire, -420Ma).

- Par la présence d'organismes planctoniques marins cette roche témoigne de son origine sédimentaire marine.
- Les graptolites étant caractéristiques du Primaire (document 5), on peut donc dire que cette roche est une roche sédimentaire marine formée au primaire (Cambrien-carbonifère).
- La roche montre une certaine schistosité avec des plis anisopaques.

Elle a donc été soumise à des contraintes et au **métamorphisme**, postérieurs à son dépôt sédimentaire.

Les **rhyolites** sont des roches volcaniques présentes dans le massif armoricain :

- à la Sauzaie, les porphyroïdes sont d'anciennes rhyolites. Ces roches sont caractéristiques d'une zone de subduction. La zone de **chevauchement** observée également dans cette zone permet de dater un événement tectonique postérieurement à ce dépôt (**orogénèse Hercynienne**).

Ces deux roches présentent les mêmes contraintes, elles se sont formées dans un même contexte géodynamique de métamorphisme de basses pressions et basses températures (BP/BT), au cours d'un même événement géologique qui pourrait être une phase de l'orogénèse hercynienne (formation du massif armoricain), cf document 4.

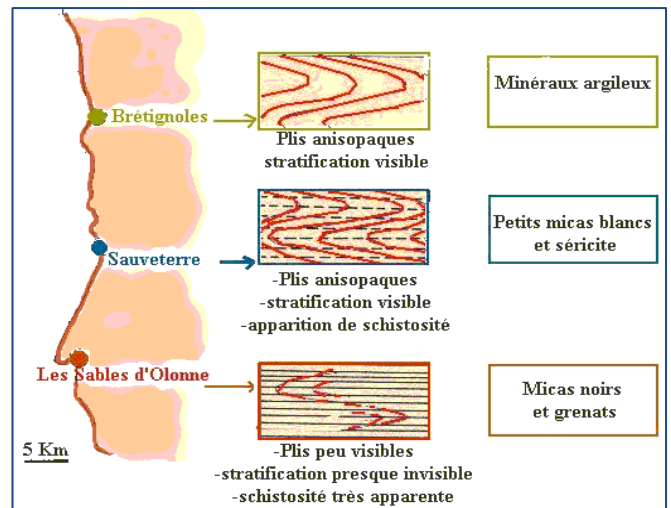
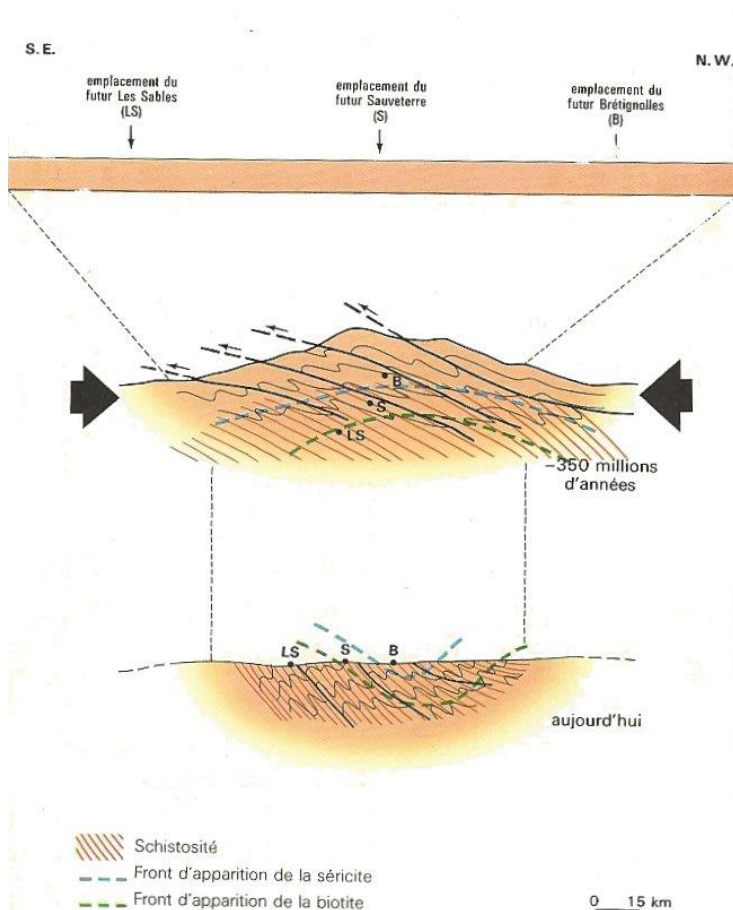
- On retrouve une roche continentale : des porphyroïdes, en falaise, au contact avec une ancienne roche sédimentaire marine. Ce contact porphyroïdes – radiolarites est anormal : il se fait par l'intermédiaire d'une roche gréseuse correspondant à une zone (ancienne rhyolite= porphyroïde ?) broyée.
- En fait les porphyroïdes « chevauchent » les radiolarites et on peut distinguer les traces de ce chevauchement sur le terrain et le représenter sur le schéma doc 4.

Cette zone correspondrait alors à une phase tardive de l'orogénèse hercynienne qui aurait mis en contact une plaque océanique avec une plaque continentale.

Arrêt les Sables 2 :

- Les schistes et les gneiss sont des roches métamorphiques de la série pélitique (argileuse) tandis que les migmatites tendent à évoluer vers les roches magmatiques.

Si on voulait faire un premier bilan de l'histoire de cette région, on pourrait le schématiser de la façon suivante :



Causes du métamorphisme vendéen :

Un raccourcissement, dû à un mouvement de convergence, entraîne un épaississement et des déplacements des terrains. Des plis se forment, tout d'abord isopaques puis anisopaques ; ces plis disparaissent dans les zones les plus profondes (+ 10 km).

Certaines zones (équivalent des Sables d'Olonne) se trouvent enfouies à de grandes profondeurs où pression et température sont plus élevées et permettront un début de fusion des roches métamorphiques (migmatites).

Certains minéraux des roches métamorphiques sont des indicateurs de profondeur, en effet, ils apparaissent sous certaines conditions de pression et de températures, ex de la chlorite, de la séricite, du mica noir (biotite), de l'orthose ou du grenat.

CES PHASES DE L'OROGENESE HERCYNIENNE TEMOIGNENT DONC D'UN PHENOMENE DE COLLISION, CONFIRMANT LE PHENOMENE DE CONVERGENCE DE PLAQUES.

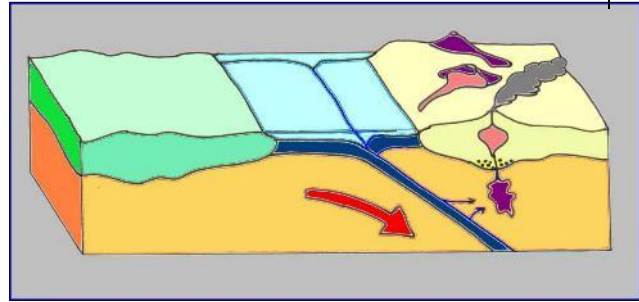
Voici une histoire possible de la région jusqu'à l'épisode de subduction.

1^{ère} étape: la fermeture d'un océan. (-420 à -380 Ma)

Au cours de cette période, une plaque "Ibérique" converge vers une plaque "Armoricaine", ce qui entraîne un **mouvement de subduction** responsable de la formation d'une cordillère volcanique (genèse de rhyolithe?), d'autres **affleurements pris dans le massif armoricain** et témoins de cette situation, montrent la présence de minéraux (tel que le grenat) prenant naissance à forte pression (forte profondeur) et faible température: **gradient géothermique faible, caractéristique de ces zones de subduction**.

Les grenats de Sauveterre, témoins, lors de cette sortie, de **l'épisode métamorphique le plus ancien**, indiquent une forte profondeur (10km) et une température faible (450°), ils ont été formés dans une zone à **gradient géothermique** de l'ordre de 40°C/km qui ne correspond pas à une zone de subduction; ils seraient donc postérieurs à cette première étape.

- La présence des déformations présentes simultanément à Sion et à Brétignolles 2 indique que des conditions de **pression importantes** témoins d'un **raccourcissement** de la zone ont eu lieu dans ces deux endroits. L'événement tectonique ayant affecté Brétignolles 2 étant **post silurien** (les radiolarites du silurien montrent des plis anisopaques).

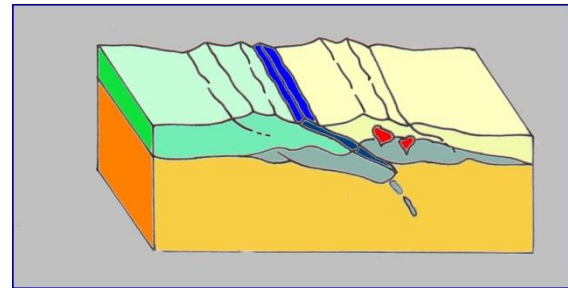


Résumé des informations concernant la collision à l'origine de l'orogénèse hercynienne.

2^{ème} étape : un début de collision (-380 à -330MA)

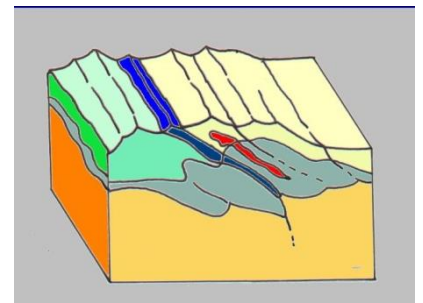
La plaque "Ibérique" continue son **plongement** sous la plaque "Armoricaine" (tout en changeant de direction), **ce mouvement plongeant "bloque"** (plaques de même masse volumique), ce qui provoque un épaississement de l'ensemble, les roches subissent alors des conditions de pression et de température qui varient suivant la profondeur à laquelle elles sont soumises (**chlorite : faible profondeur, grenat : forte profondeur**) et peuvent même subir un début de fusion qui génère un liquide de composition granitique qui remonte vers la surface (formation de **granites, intrusifs**) ou imbibe la roche originelle (formation des **gneiss ocellés**).

- Le contact anormal** (chevauchement de Brétignolles 2), la **formation de granites intrusifs** ou de **gneiss ocellés** (migmatites), constitue d'autres marqueurs tectoniques typiques d'une chaîne de collision.
- De même, au niveau des minéraux, la formation des **orthoses** de la Sauzaie (Brétignolles 1) puis des **chlorites** (en remplissage dans les microfissures d'orthose), constituent des indices montrant les modifications des conditions de pression et température, d'une roche ayant subi successivement une subduction et une remontée par collision.
- Lors de la collision, on constate un épaississement important de la croûte qui fait en sorte qu'en profondeur, on peut observer des **fusions partielles**. Ces témoins observés actuellement sur la plage des Présidents, aux sables, à travers les **gneiss ocellés** (migmatites en général) prouvent, par leur présence en surface un phénomène d'érosion et de réajustement isostatique (la plaque érodée, moins lourde, remontant progressivement).



3^{ème} étape : La formation de la chaîne de montagne (-330 à -300Ma)

La poussée se poursuit et provoque des cassures ou cisaillement mettant en contact anormal des roches dont les mises en place sont très différentes (**le contact "anormal" de Brétignolles**).

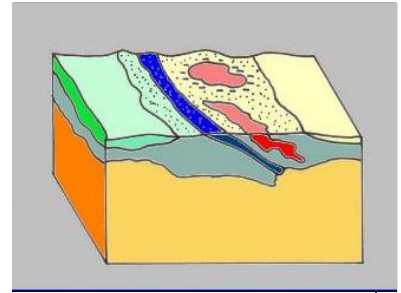


D- L'histoire post-hercynienne de la région :

L'affleurement de la Pointe du Payré permet de reconstituer l'histoire post-hercynienne : sur un **socle ancien** de micaschistes **repose en discordance des sédiments** dont les **fossiles** permettent de les rattacher au **secondaire** (jurassique).

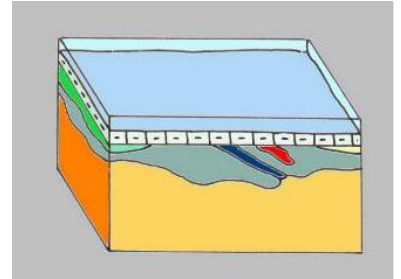
4^{ème} étape : l'érosion de la chaîne hercynienne. (-300MA à -180MA)

Pendant cette période, la chaîne hercynienne (comparable il y a 300MA à l'Himalaya actuel) subit **l'érosion mettant à nu les terrains métamorphisés et les granites formés en profondeur**, la surface d'érosion est alors comparable à celle observée, sous les terrains jurassiques, à la **Pointe du Payré**.



5^{ème} étape : le retour de la mer au jurassique

Au Jurassique (-190/-180MA) une mer peu profonde envahit la pénéplaine hercynienne et y dépose les terrains marno-calcaires du jurassique, il s'agit d'une transgression **visible au niveau de la discordance**.



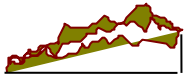
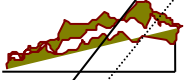


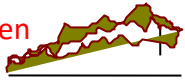
E- Synthèse :

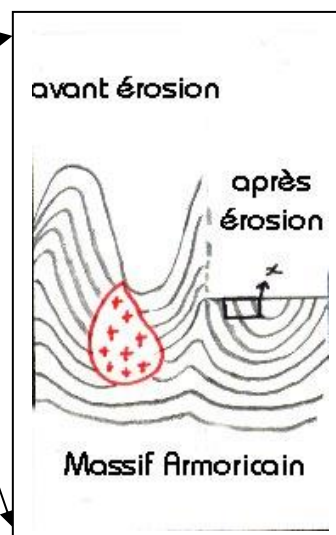
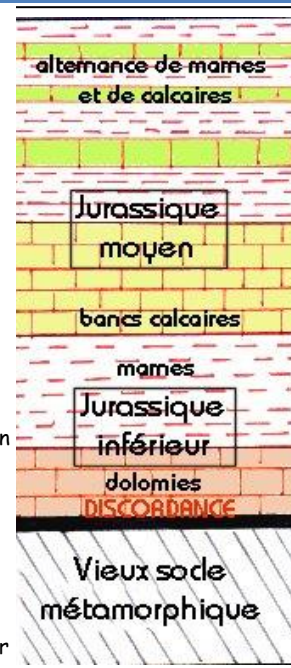
Récapitulatif des principaux événements géologiques s'étant déroulés dans la région.

Ages	Eres et/ou systèmes	Evènements géologiques	Roches, minéraux, déformations observés
- 600 MA à - 420 MA	PRECAMBRIEN ERE PRIMAIRE Dévonien (début)	DEPOTS et FORMATION de terrains anciens déformés et affectés par le METAMORPHISME	→ RADIOLARITES de Brétignolles → PORPHYROÏDES de Brétignolles
- 420 MA à - 300 MA	Carbonifère	FORMATION de la chaîne de MONTAGNE associée au métamorphisme : CHAÎNE HERCYNIENNE	→ FORMATION des Grenats → FORMATION de la Chlorite + PLIS ANISOPAQUES → Accident, déformations, ayant provoqué un CONTACT ANORMAL des porphyroïdes sur les radiolarites
- 300 MA à - 190 MA	ERE SECONDAIRE	EROSION et PENEPLANATION	→ DISCORDANCE de la Pointe du Payré
- 190 MA ? à - 160 MA	Jurassique	Invasion marine : TRANSGRESSION et DEPOTS des terrains SEDIMENTAIRES du Jurassique sur la pénéplaine « hercynienne ».	
A partir de - 160 MA	Crétacé ERE TERTIAIRE et QUATERNAIRE	EMERSION et EROSION conduisant à l'aspect ACTUEL	→ Falaise de la Pointe du Payré

Remarque : le début de l'orogénèse hercynienne est daté vers – 420 MA et sa fin vers – 300 MA.

Echelle des temps géologiques:

ERES ET PERIODES		DATE (début)	OROGENESES
QUATERNAIRE		2 MA	
TERTIAIRE	Pliocène	25MA	Alpes et 
	Miocène		
	Oligocène	65 MA	Pyrénées 
	Eocène Paléocène		
SECONDAIRE	Crétacé	140 MA	
	Jurassique	200MA	
	Trias	245MA	
	Permien	280 MA	Massif Hercynien 
PRIMAIRE	Carbonifère	350 MA	
	Dévonien	400MA	
	Silurien	435 MA	Massif Calédonien 
	Ordovicien	500 MA	
	Cambrien	530 MA	
	Précambrien (BRIOVERIEN)	≈2500MA	Massif Cadomien 

Schématisation des phénomènes géologiques observés : Signification possible :**ROCHES SEDIMENTAIRES d'origine EXOGENE**

- ⇒ Des roches en bancs ou couches (strates) horizontales, renfermant du calcaire (effervescence à l'HCl) et parfois de l'argile. On y retrouve beaucoup de traces d'animaux marins (traces et fossiles).
- ⇒ Ces roches se sont formées dans un milieu marins (fossiles d'animaux marins), par précipitation de carbonate de calcium (action des végétaux, algues, chlorophylliens qui rejettent du CO₂, en présence de Ca provenant du continent) ce sont des roches sédimentaires d'origine chimique (bancs calcaires compacts).
- ⇒ Parfois des argiles, témoignant de la proximité du continent qui s'érode, viennent se mêler au calcaire et le dépôt formé d'argiles + calcaires donnera des marnes : donc une roche d'origine détritique chimique.
- ⇒ Des coquilles peuvent également se déposer, formant, avec le CaCO₃ un calcaire coquillé, ou seulement une roche fossilifère.

ROCHES CRISTALLINES d'origine ENDOGENE

- ⇒ Des roches cristallines, plissées, se débitant en feuillets. Ces roches forment un socle cristallin qui a basculé au cours des temps géologiques (pendage de plus de 45° S-E). Nous n'y avons pas trouvé trace de fossiles.
- ⇒ Ce sont d'anciennes roches sédimentaires qui ont subi des contraintes physiques (élévation de pression et de température) au cours des manifestations tectoniques du globe, elles se sont alors transformées, (sans fondre), en profondeur et des minéraux nouveaux sont apparus: se sont des roches métamorphiques. Ici la série sédimentaire préexistante était de nature argileuse et la roche formée est un schiste.
- ⇒ Lorsque la température et la pression augmentent, les roches fondent partiellement (migmatites) et sont à l'origine des magmas continentaux (granites d'anatexis = roches magmatiques).

PRINCIPE DE SUPERPOSITION des roches exogènes : -de deux couches superposées, non renversées par la tectonique, la plus basse est la plus ancienne.