

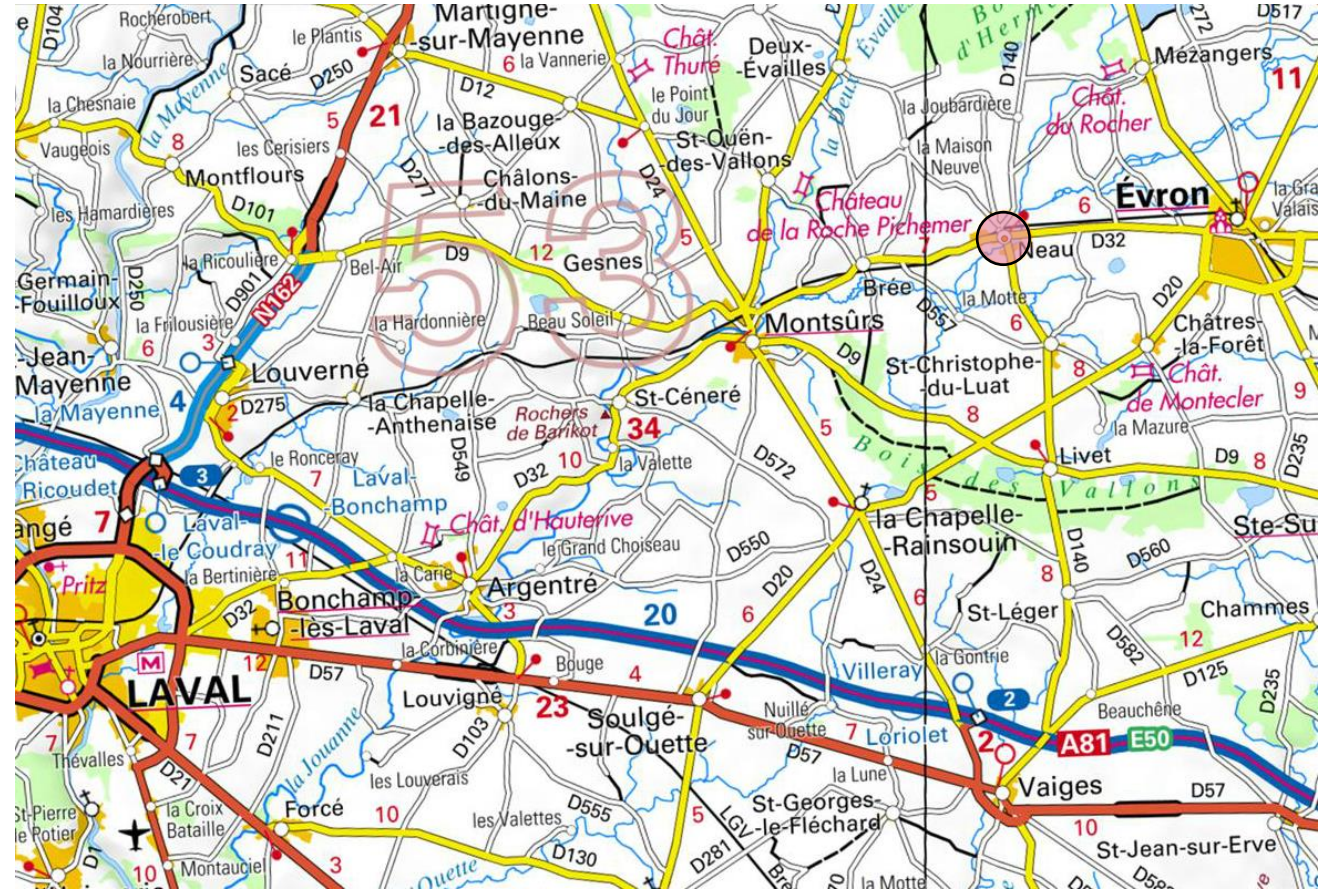
**Roche 2 : La Dolomie de Neau – Torcé-Viviers-en-Charnie (53)**

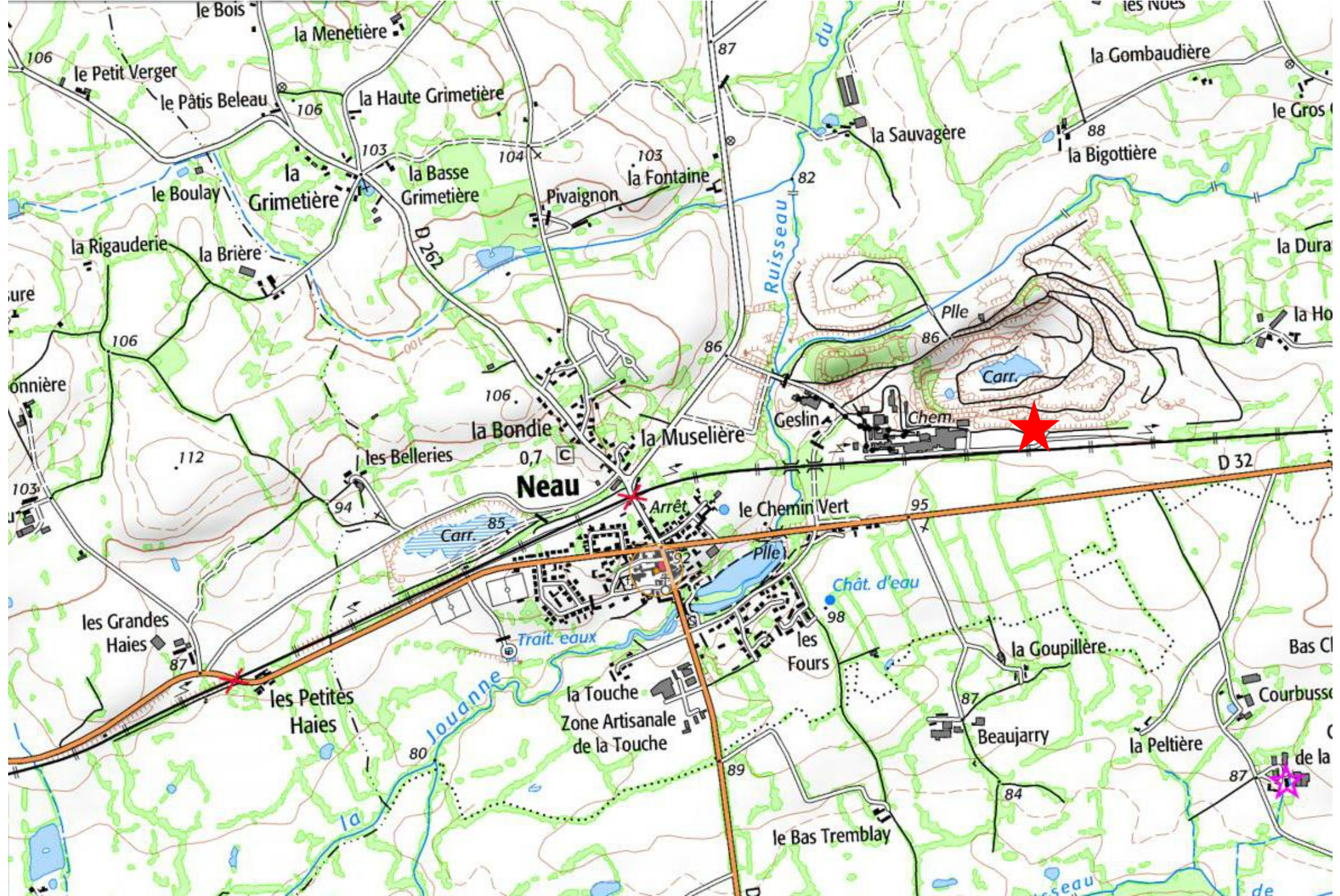
**Âge : environ 525 Ma - Cambrien inférieur (Terreneuvien)**

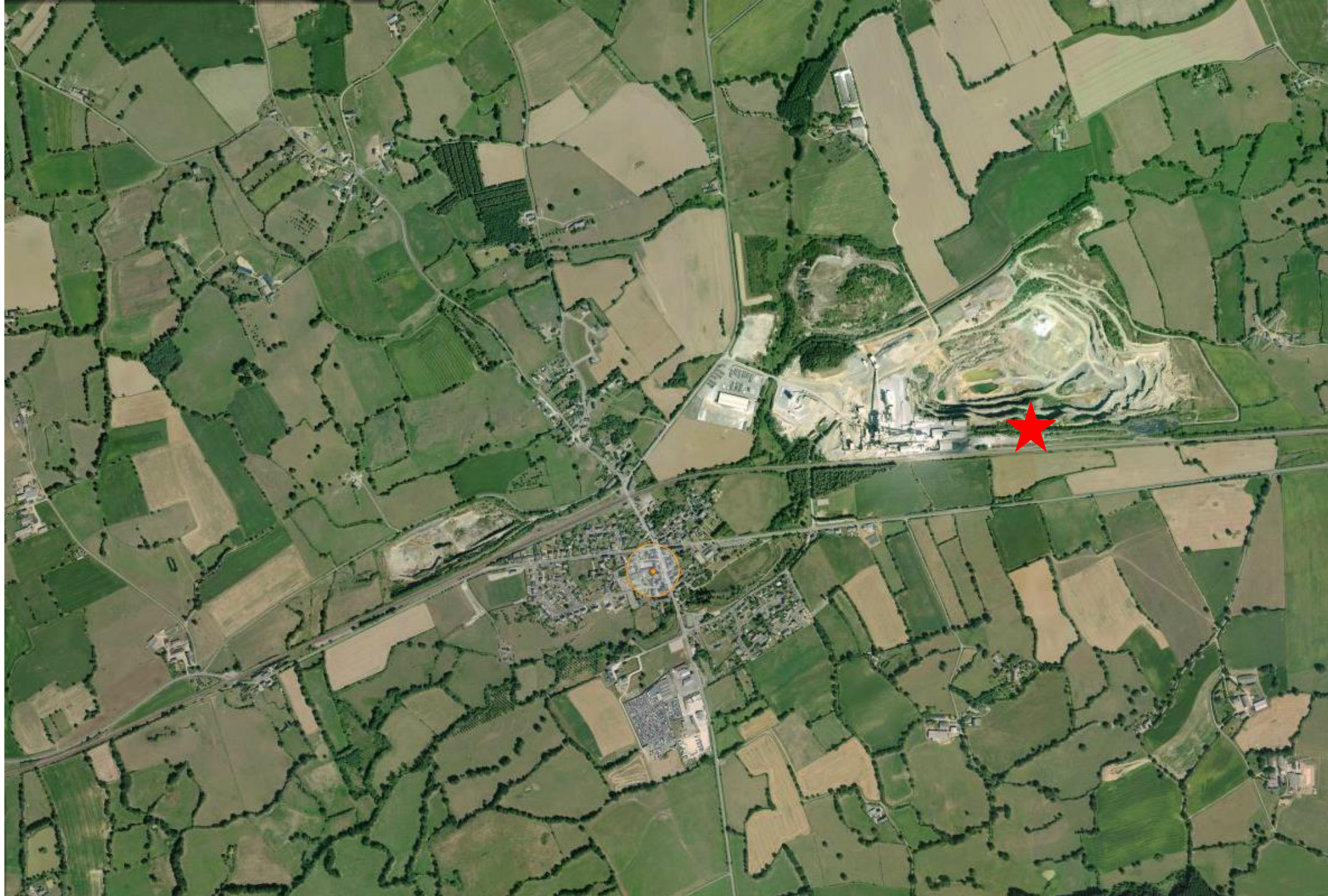


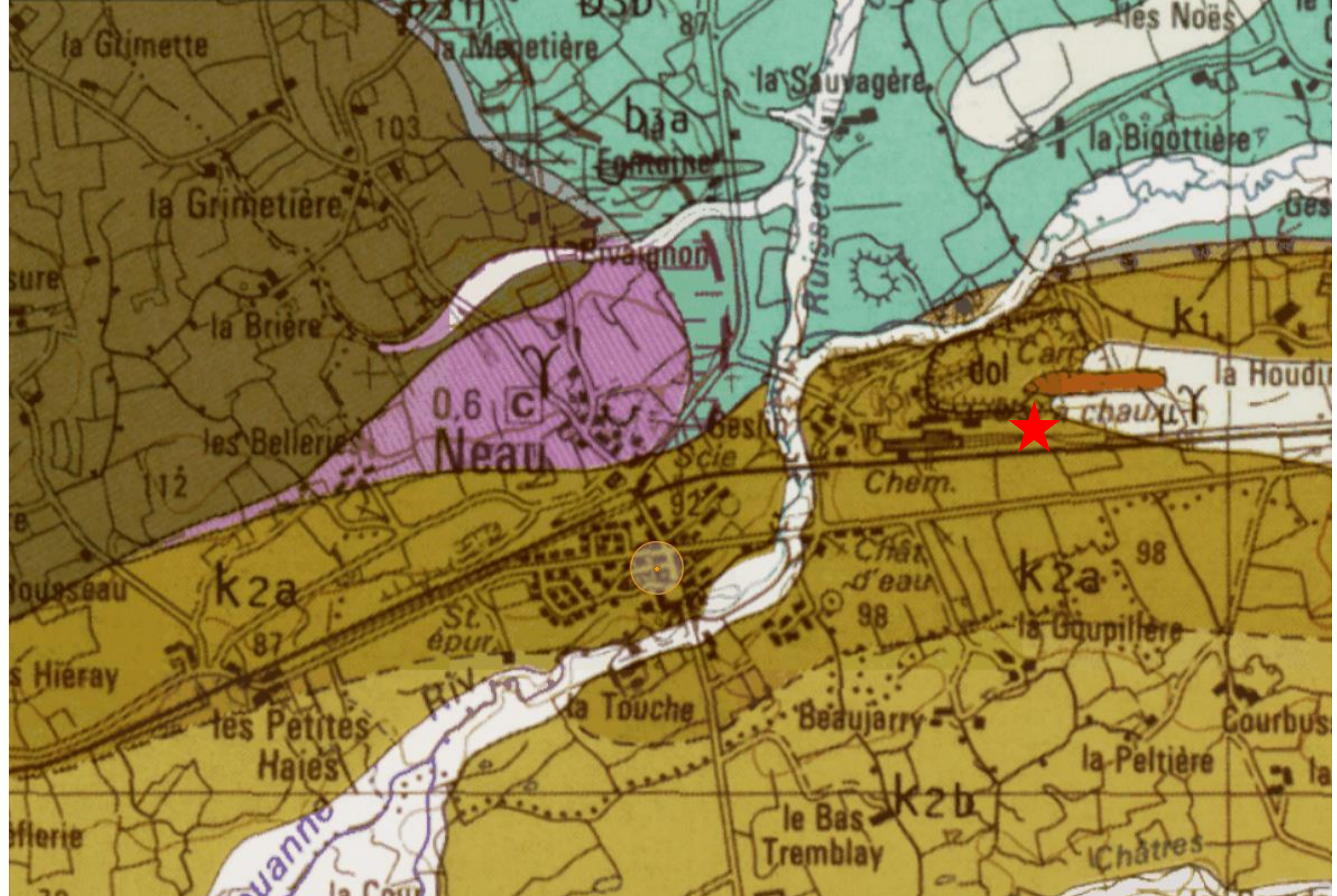
## Situation géographique

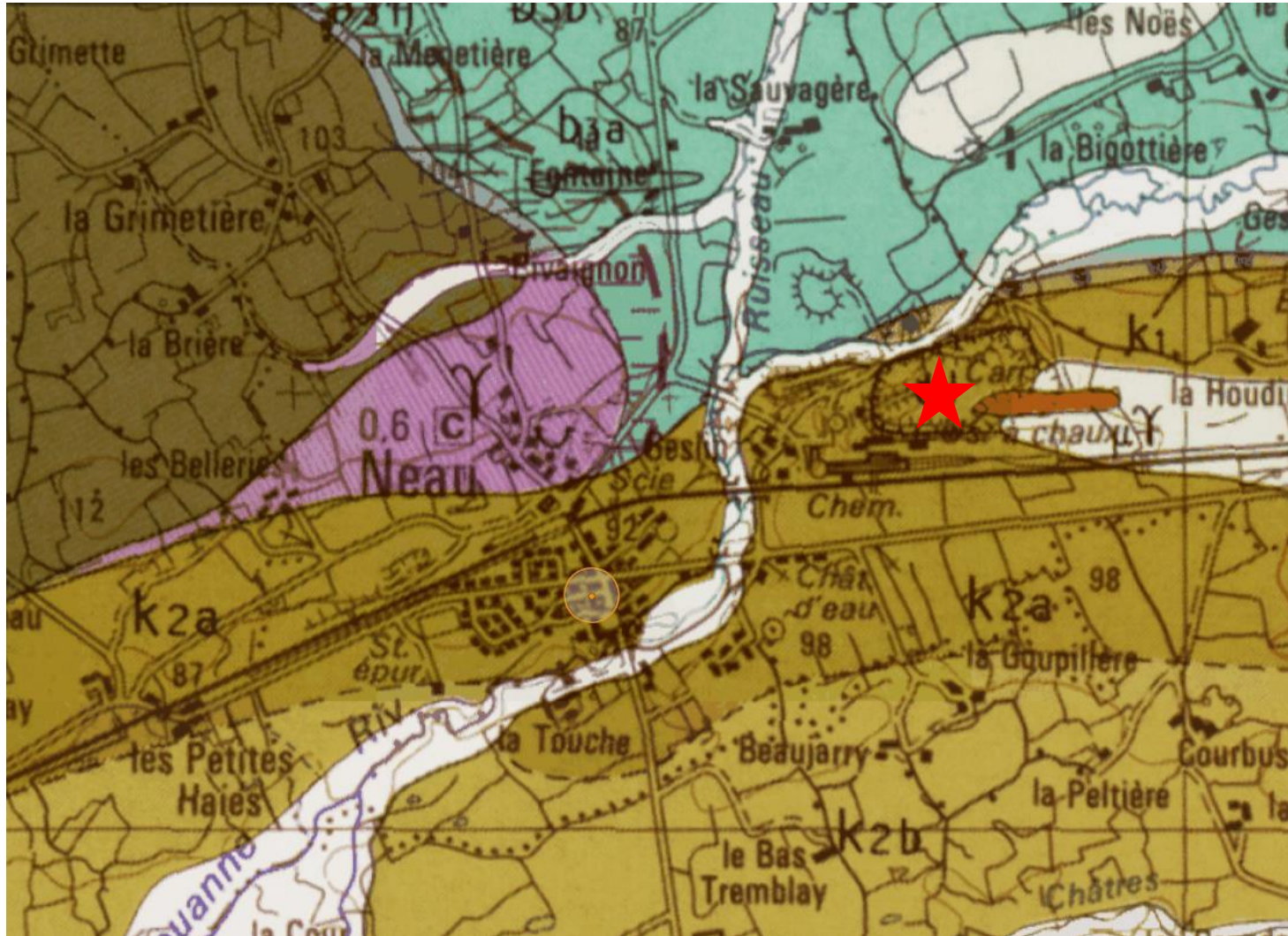
La carrière de la « Dolomie française », département de la Mayenne, Pays de la Loire, se situe à l'Est de la localité de Neau, entre la rivière la Jouanne au Nord et la voie ferrée Paris-Rennes au Sud.







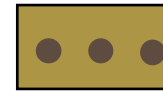




**K2b** Formation des calcaires de Châtre-la-Forêt (Cambrien inférieur)



**K2a** Formation carbonatée d'Évron - Dolomie de Neau (Cambrien inférieur)



**K1** Poudingues et arkoses (Cambrien inférieur)



**b3a** Schistes à galets (Briovérien supérieur)



**μγ** Microgranite porphyrique calco-alcalin (âge incertain : Cambrien ou Carbonifère ?)



**γ¹** Granophyre (Cycle Cadomien tardif)



**η** Diorite de Neau (Cycle Cadomien tardif)





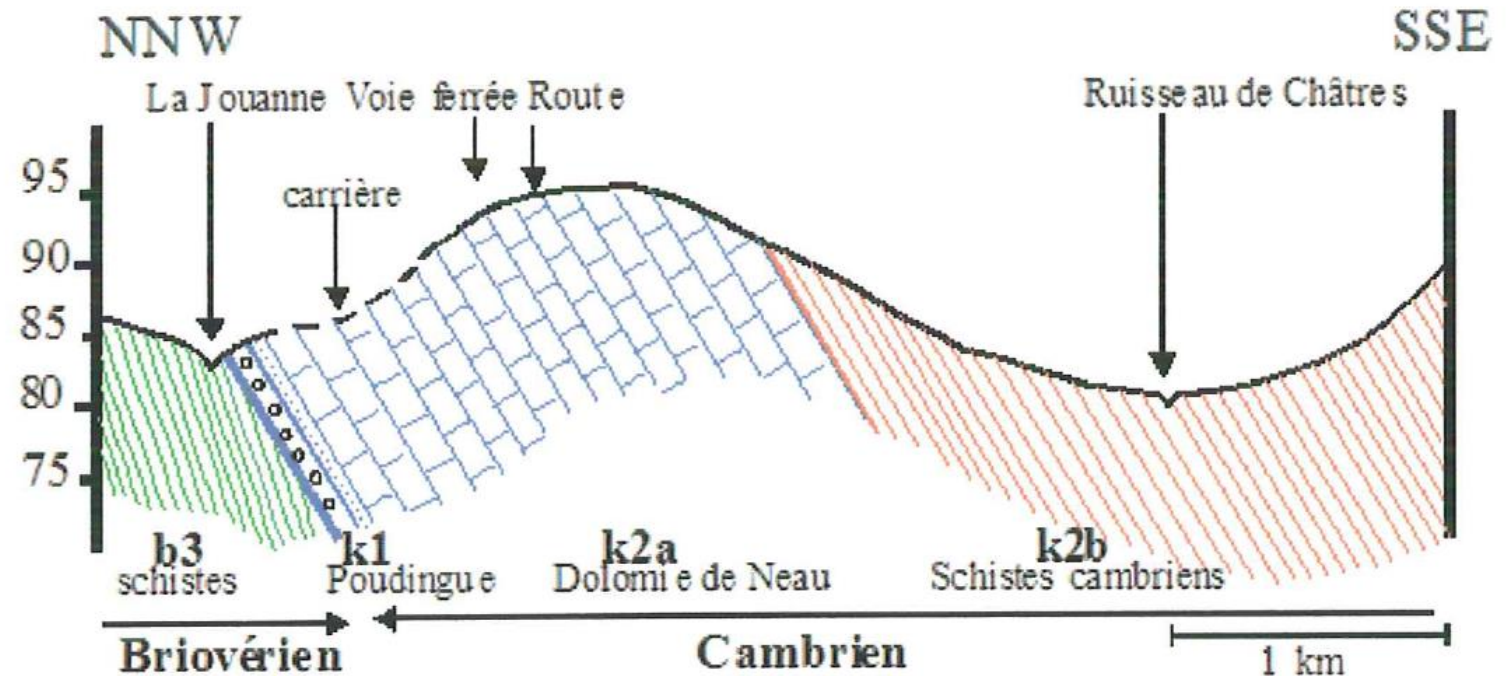
## Géologie

La carrière de Neau exploite les dolomies (K2a) du flanc Nord du Synclinorium paléozoïque (= Primaire) de Laval-Sablé.

Un synclinorium est un grand pli, globalement en synclinal, dans lequel on retrouve un enchaînement de plis synclinaux et anticlinaux plus petits et parallèles entre eux. Un synclinal est une structure géologique consistant en un pli concave, en forme de coque de bateau, dont le cœur est occupé par les couches géologiques les plus récentes.

Cette formation dolomitique est épaisse de 200 à 300 m et s'étend sur environ 20 km de longueur depuis Neau jusqu'à Neuville-en-Charnie à l'Est.

Dans la carrière de Neau, la dolomie se présente sous la forme de bancs épais de 40 à 50 cm, orientés N 65° et pentés à 45° vers le S-SE. Ces bancs ont une teinte grise à beige, tirant parfois sur le roux.



## La dolomie

La dolomie est une roche sédimentaire carbonatée constituée à environ 90% d'un minéral : **la dolomite** qui est un carbonate double de calcium et de magnésium  $(Ca,Mg)CO_3$ . Comme le calcaire, la dolomite réagit avec l'acide chlorhydrique (effervescence) mais uniquement à chaud.

La dolomie renferme en plus une faible proportion de minéraux argileux (10%) qui s'accumulent dans les poches de dissolution de la roche créées par les eaux de percolation chargées en  $CO_2$ .

Vers le milieu de la carrière, entre les bancs de dolomie, F. Doré (1969) a observé des niveaux noirs, riches en matière organique, constitués de « ***mattes algales*** » laminées (en anglais, « *algal-mats* ») c'est-à-dire de véritables « **tapis algaires** » constitués de **Cyanobactéries**.

En fait, le qualificatif « algaire » ne convient pas. En effet, les Cyanobactéries, autrefois appelées *Cyanophycées* ou *Algues bleues*, ne sont pas des algues. Ce sont des êtres uni- ou pluricellulaires dont les cellules sont dépourvues de vrai noyau. Ce sont par conséquent des organismes procaryotes comme les Bactéries alors que les algues sont des organismes eucaryotes c'est-à-dire à cellules nucléées.

En revanche, comme les algues, les Cyanobactéries possèdent des pigments variés, en particulier de la chlorophylle a, mais dissous dans leur cytoplasme. Et c'est une autre différence importante avec les algues : elles ne possèdent pas de chloroplastes qui à l'inverse sont présents chez les Algues.

Les Cyanobactéries vivent sous faible profondeur d'eau, dans la zone photique (zone de pénétration de la lumière), lumière indispensable à leur photosynthèse.

Dans des carrières voisines, F. Doré a également mis en évidence de véritables édifices récifaux en forme de champignons, de pinacles ou « **stromatolites** », d'une hauteur de plus de 3 m. Ces constructions résultent d'un empilement de lamines, c'est-à-dire de fines couches, ici de forme parabolique et à convexité dirigée vers le haut. Elles se sont révélées, elles aussi, être l'œuvre de Cyanobactéries coloniales, du type *Collenia*.

La dolomie de Neau a été datée du Cambrien inférieur (étage Terreneuviens - environ 525 Ma), âge antérieur à l'apparition des Trilobites.



Lamines de *Collenia*

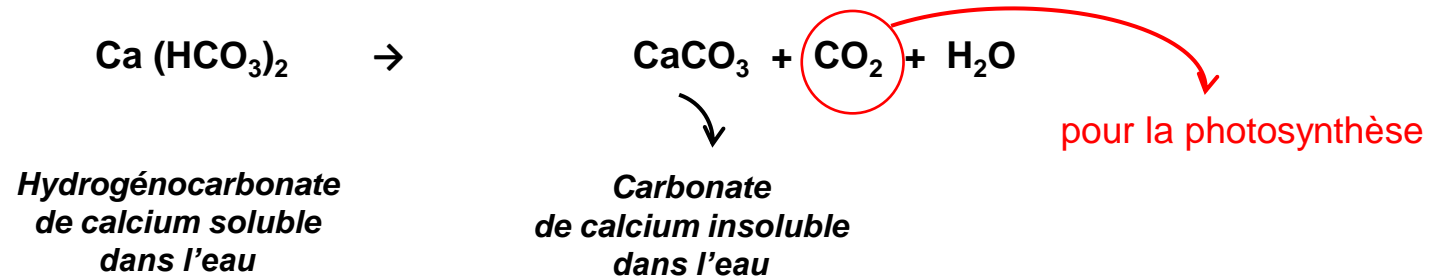
## Mode de vie des Cyanobactéries

Comme nous venons de le voir, les *Cyanobactéries* peuvent être **unicellulaires**. Mais chez beaucoup d'espèces, les cellules restent unies après division dans une enveloppe mucilagineuse. Elles forment ainsi des colonies **pluricellulaires**, sphériques ou filamenteuses, parfois ramifiées.

Les *Cyanobactéries* sont essentiellement phototrophes, c'est-à-dire qu'elles tirent leur énergie de la lumière solaire. Grâce à cette énergie qu'elles captent grâce à leurs pigments (chlorophylle, phycocyanine, phycoérythrine, carotène...), elles pratiquent la photosynthèse c'est-à-dire qu'elles fabriquent leur propre matière organique à partir de substances exclusivement minérales (eau, CO<sub>2</sub>). En même temps, elles rejettent de l'oxygène.

Réaction globale simplifiée de la photosynthèse :  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Matière organique (glucides)} + \text{O}_2$

Mais où puisent-elles le CO<sub>2</sub> ? Elles le prennent dans l'eau où il est présent dans les ions hydrogénocarbonate (HCO<sub>3</sub>)<sup>-</sup> solubles dans l'eau. Elles provoquent alors la précipitation d'ions carbonate CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> insolubles selon la réaction :



## Comment expliquer cette lamination des mattes ?

Les mattes ont généralement une structure doublement laminée, à la fois biologique et sédimentaire. Cela se traduit par une alternance à l'échelle millimétrique de couches organiques (cyanobactéries, bactéries) et de couches de particules détritiques ou dues à une précipitation chimique de carbonate de calcium.

La signification de la périodicité des lamines sédimentaires peut être liée à des variations saisonnières, mais n'a pas été clairement déterminée dans de nombreux cas.

Supposons qu'elle soit journalière pour faciliter le raisonnement.

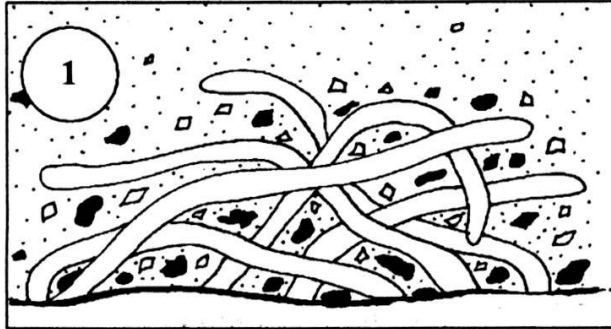
Au cours de la journée, les Cyanophycées fixées sur leur substrat photosynthétisent et sont responsables d'une précipitation de carbonate de calcium selon la réaction chimique précédente. Elles se recouvrent alors d'une mince pellicule de calcaire blanc qui vient opacifier la gaine de mucilage qui les entoure. Des apports détritiques (argile, grains de sable...) peuvent être également piégés par ce mucus.

Conséquence : une lamine minérale vient de se former et les Cyanobactéries recevant de moins en moins de lumière en fin de journée, leur activité synthétique diminue. Elles vont vivre au ralenti et beaucoup vont finir par mourir.

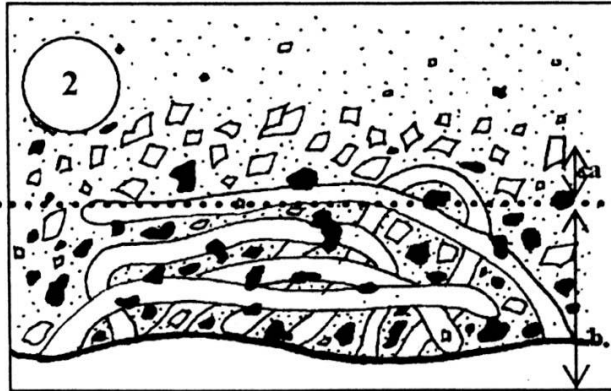
Mais le jour suivant, un nouveau film de *Cyanobactéries* va se reformer à la surface du dépôt minéral, ou bien par croissance de filaments verticaux à travers la lamine sédimentaire ou bien à partir de cellules de résistance (akinètes, endo- et exospores) ou de fragments de filaments (hormogonies) libérés dans l'eau avant l'ensevelissement et qui vont se redéposer sur la lamine sédimentaire. Une lamine de Cyanophycées va se développer et le cycle recommence et ainsi de suite (voir schémas de la diapositive suivante).

Les morphologies différentes (en « tapis » ou en « champignons ») sont liées aux conditions du milieu : profondeur, énergie des vagues, rythme et amplitude des marées, apports détritiques...

Les **structures en champignon** correspondent davantage à des secteurs de haute énergie (cela explique la présence de faciès bréchiques au voisinage de ces édifices stromatolitiques), les **structures planaires en tapis** à des zones abritées.



1 - Le jour les cyanobactéries filamenteuses réalisent la photosynthèse et contribuent à la précipitation du  $\text{CaCO}_3$  en utilisant le  $\text{CO}_2$ .

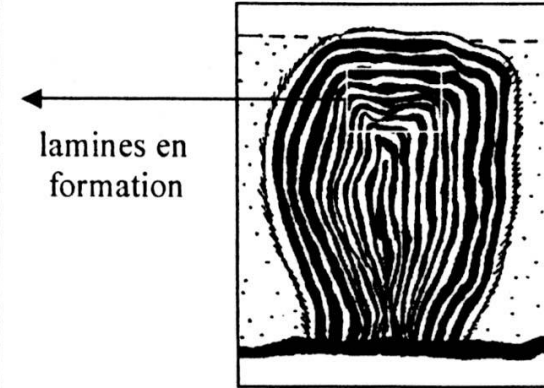
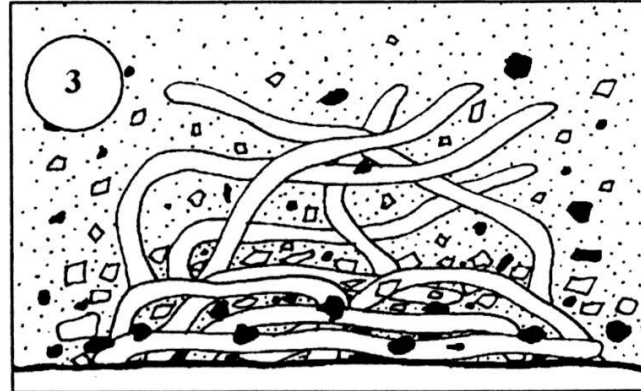


a : lamine riche en calcite

b : lamine riche en matière organique

2 - La nuit , les cyanobactéries secrètent un mucus qui retient et piège , le sable , les particules organiques et les cristaux de calcite . Les cyanobactéries qui meurent forment des niveaux et donc des lamines riches en matière organique .

3 - Le jour suivant de nouvelles cyanobactéries se forment et recommencent ce cycle



lamine en formation

◇ Carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$

● Particule détritique

⋯ Sable

Par ce mécanisme , le feutrage de filaments de cyanobactéries collés sur un support est englué dans une gangue calcaire et forme une couche plus ou moins carbonatée ou lamine .

## Paléogéographie au Cambrien

### Quel est le climat au Cambrien ?

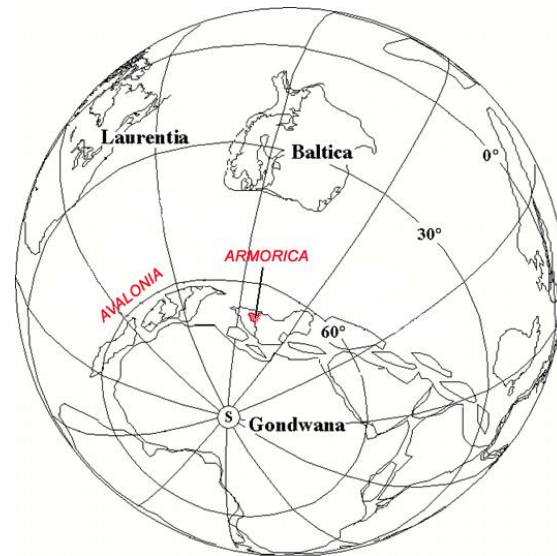
Les études paléo-magnétiques ont montré que le Massif armoricain était proche du pôle Sud magnétique (voir carte ci-dessous).

On pourrait donc penser que le climat était froid. En fait, il n'en est rien comme le prouve la présence de **calcaires récifaux à Archæocyathidés** (ancêtres des Spongiaires actuels) en Normandie, près de Carteret, et en Espagne.

Le climat de la Terre était **un climat global sans glaciation (= CSG)** avec des températures moyennes atteignant 8°C aux pôles et caractérisé par un gradient thermique latitudinal faible : écart de 25°C seulement entre les pôles et l'équateur.

### Les causes de ce climat relativement « chaud »

Un rifting intense se manifeste dès le début du Cambrien tout simplement parce que **Pannotia**, dont on a dit que son existence a été très éphémère, est en train de se fragmenter. Le volcanisme associé a rejeté dans l'atmosphère du CO<sub>2</sub>, du SO<sub>2</sub> ... , gaz à effet de serre responsables d'un réchauffement de l'atmosphère. Ce réchauffement a ensuite induit une dilatation de l'Océan mondial provoquant ainsi une transgression cambrienne. Il en est résulté un développement des mers épicontinentales qui ont, à leur tour, contribué à un adoucissement du climat sur les continents en même temps qu'elles ont favorisé l'explosion de la vie marine. Cette chaîne de rétro-actions positives est bien connue des paléoclimatologues.



### Paléogéographie au Cambrien

*Pour information, les analyses paléomagnétiques ont établi qu'au Cambrien, le Massif Armoricain - en toute rigueur l'unité des Mauges - était située à des latitudes basses (60-80°S).*

Parallèlement, la chaîne cadomienne a été intensément érodée. N'en subsistent que trois reliefs importants : l'ancien arc volcanique au Nord du Cotentin, la cordillère constantienne et la Mancellia au Sud.

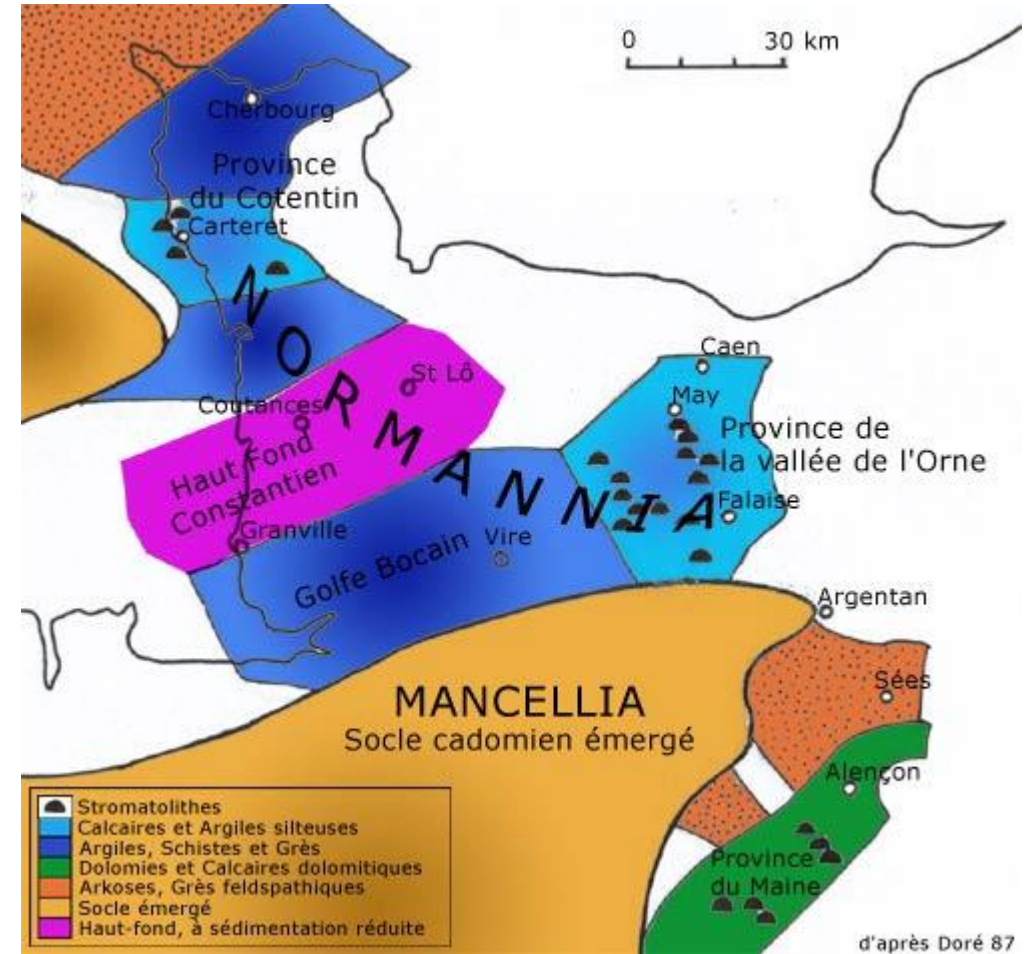
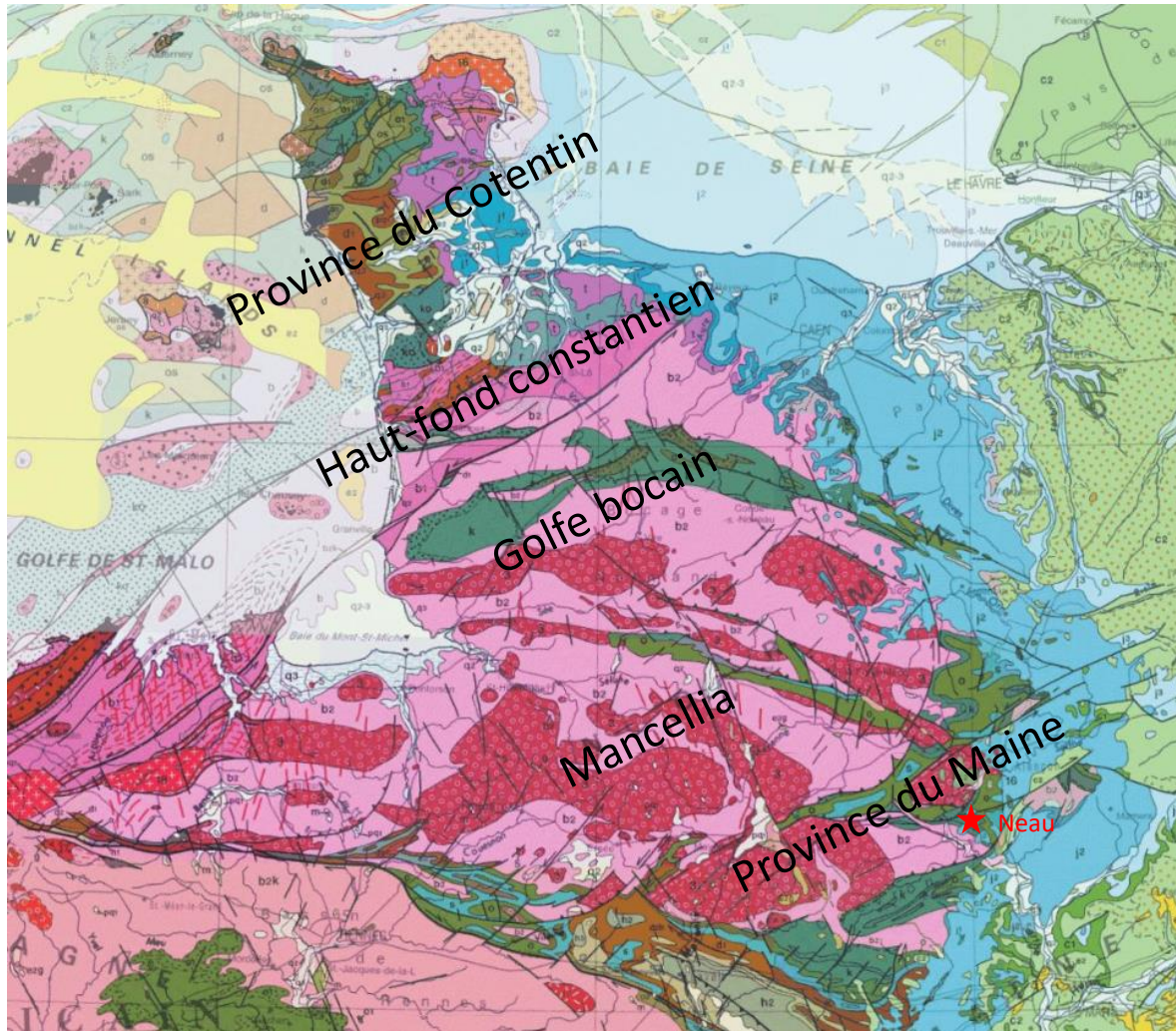
La mer cambrienne, dépendance de la Panthalassa, qui vient de l'Est (on lui donne encore le nom de Mer Germanique) va alors la transgresser.

Trois golfes se forment entre ces reliefs qui vont rester émergés (cas de l'ancien arc volcanique au Nord et de la Mancellia au Sud) ou jouer le rôle de haut-fond (cas de la cordillère constantienne) : du Nord au Sud, le Golfe du Cotentin, le Golfe Bocain et le Golfe du Maine où se situe la carrière de Neau et où l'eau peu profonde va permettre la prolifération des Cyanophycées et la sédimentation de la dolomie.

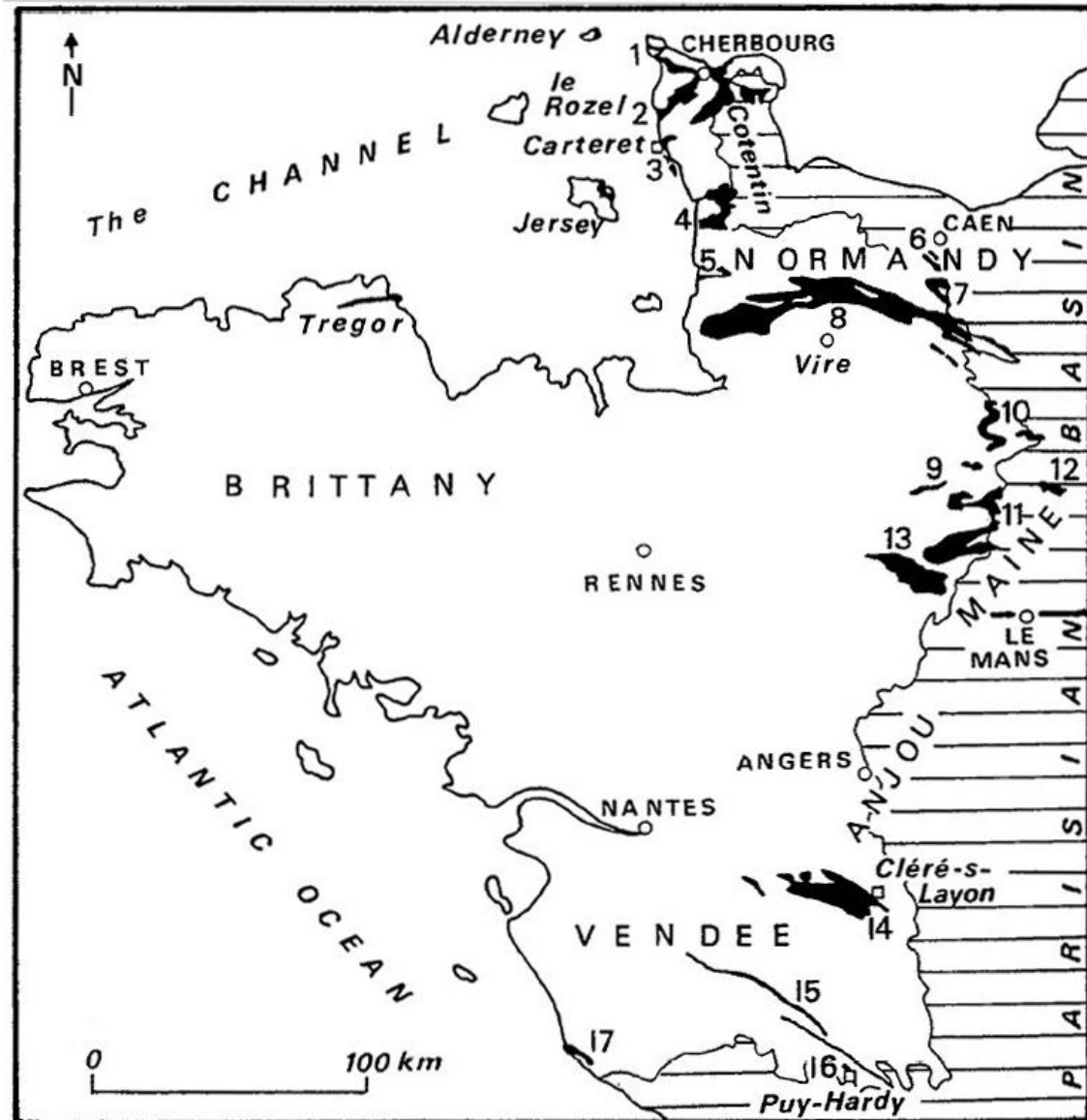
Dans ce golfe du Maine, on peut également imaginer l'existence de nombreuses lagunes côtières, de sebkhas où les Cyanobactéries et les bactéries rencontraient peu de concurrence et pouvaient donc coloniser des surfaces très importantes.

Le déclin des formations stromatolitiques au cours du Cambrien est à mettre en relation avec l'apparition et la diversification de formes de vie plus évoluées de type eucaryotique, parmi lesquelles se trouvent les métazoaires (Trilobites par exemple) qui se sont nourris à partir de ces formations cyanobactériennes et en ont empêché ainsi l'extension et la conservation à une grande échelle.





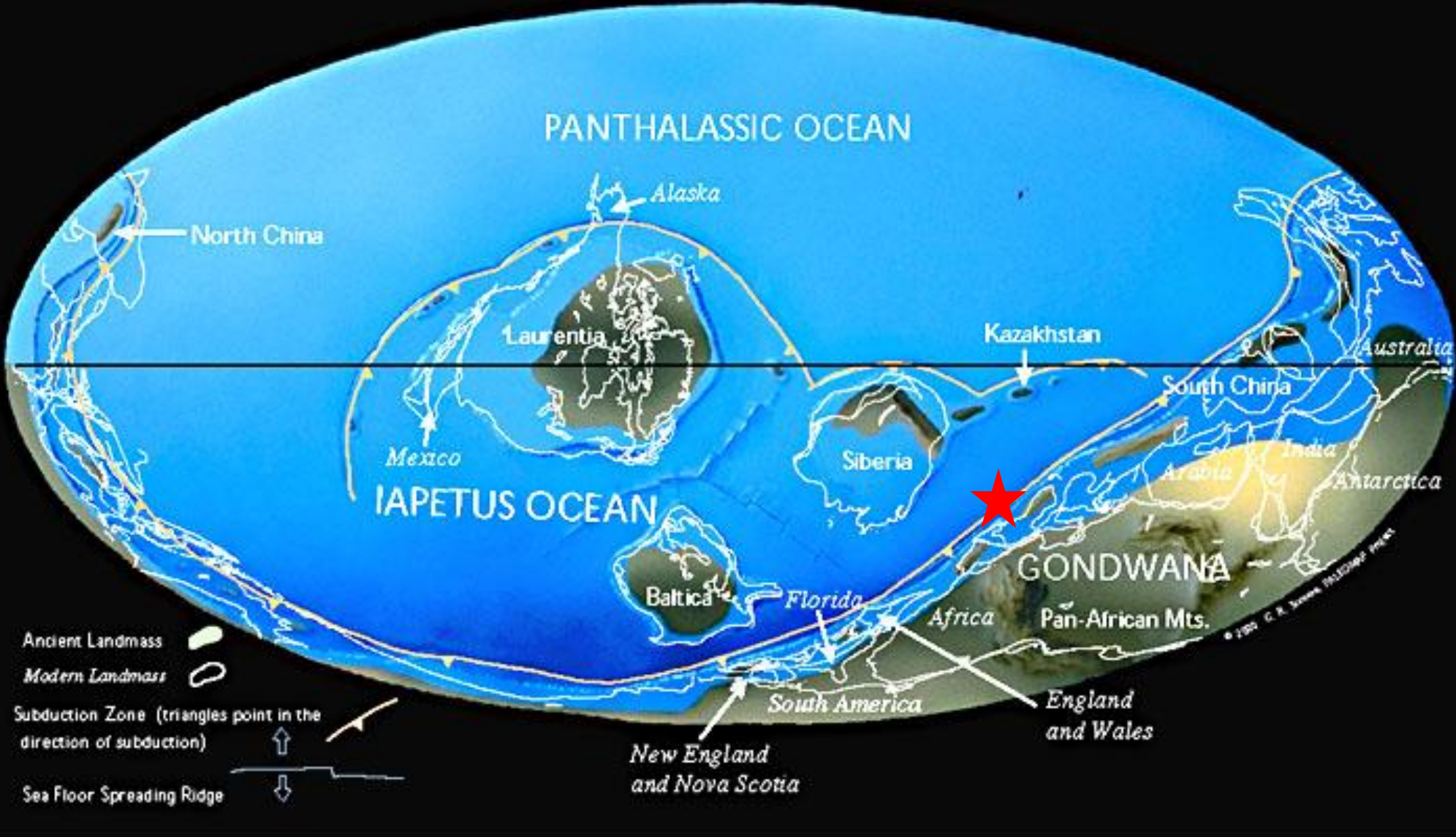
## Paléogéographie au Cambrien inférieur



**Répartition des formations cambriennes  
du Massif Armoricain  
d'après J. Le Gall (1993)**

- 1- La Hague
- 2- Flanc Sud du synclinal de Siouville
- 3- Secteur de Carteret
- 4- Bassin de Lessay
- 5- Synclinal de Montmartin
- 6- Synclinal de May
- 7- Synclinal d'Urville
- 8- Synclinal de la Zone bocaine
- 9- Synclinal de Pail
- 10- Massif d'Ecouvès
- 11- Alpes mancelles
- 12- Massif de Perseigne
- 13- **Synclinaux des Coëvrons et de la Charnie**
- 14- Synclinal de Cholet
- 15- Synclinorium de Chantonay
- 16- Ecaille de Puy-Hardy
- 17- Séries des Sables d'Olonne et de Sauveterre

# Late Cambrian 514 Ma



★  
Situation de  
Cadomia

## Utilisation de la dolomie

À Neau, la dolomie est activement exploitée.

- Crue, elle sert à l'industrie du verre, au traitement des fumées des centrales thermiques... Elle est également incorporée dans les aliments pour bestiaux.
- Traitée à 1100°C, elle donne une chaux magnésienne utilisée comme amendement, pour le traitement des eaux usées et dans l'industrie laitière.
- Cuite à 1800°C, elle donne les « dolomies frittées » employées dans les fours réfractaires de l'industrie métallurgique.

## Synthèse

*Dès le début du Cambrien, une mer dite « Germanique » est venue de l'Est et s'est avancée sur les débris de la chaîne cadomienne.*

*La région de Neau, les synclinaux des Coëvrons et de la Charnie ressemblaient à des golfes marins, établis sur une plateforme continentale briovérienne. La mer y était peu profonde, de moins de 100 m de profondeur, favorable à la prolifération des Cyanobactéries qui recevaient ainsi suffisamment de lumière pour leur photosynthèse.*

*Au large, des récifs de stromatolites se développaient, parfois attaqués par les vagues (d'où la présence de brèches) et dans la zone de balancement des marées, entre le niveau de haute mer et celui de basse mer, proliféraient des tapis algaires ou mattes algales. Du fait de leur photosynthèse, ces organismes procaryotes provoquaient la précipitation de la dolomite, constituant essentiel de la dolomie.*

*Dans des zones abritées, plus ou moins lagunaires, l'évaporation intense de l'eau de mer permettait aussi la précipitation de la dolomite.*

*Au Tommotien (Cambrien inférieur), le climat était donc chaud à la latitude des synclinaux des Coëvrons et de la Charnie. Mais il l'était aussi à l'échelle du globe.*

*Pour information, les analyses paléomagnétiques ont établi qu'au Cambrien, le Massif armoricain - en toute rigueur l'unité des Mauges - était située à des latitudes basses (60-80° S).*