

# Planète



Muséum  
de Grenoble

Exposition

13.04.24

15.01.25

Entrée gratuite

# Carbo- nifère

Un temps avant les dinosaures

**DOSSIER D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUE**



# Dossier pédagogique

## « Planète carbonifère »

### Un temps avant les dinosaures

## Sommaire

Présentation de l'exposition.....	3
Scénographie.....	4
Parcours (plan de l'exposition).....	4
Thématique.....	5
Une sélection d'objets.....	7
<b>Liens entre l'exposition et les programmes scolaires.....</b>	<b>10</b>
Cycle 3 : S.V.T.....	10
Cycle 4 : Histoire-Géographie.....	10
Cycle 4 : S.V.T.....	9
Cycle 4 : Croisements entre enseignements.....	11
Lycée : Sciences de la Vie et de la Terre.....	11
Lycée : Enseignement scientifique.....	12
Lycée : Histoire-Géographie.....	12
<b>Pistes d'exploitation pédagogique.....</b>	<b>13</b>
Axe 1 : <i>Meganeura</i> et le groupe des Odonates.....	14
Axe 2 : Le gisement fossilifère de Vaulnaveys-le-Bas.....	15
Axe 3 : L'antracite des mines du plateau Matheysin.....	16
<b>Pour en savoir plus.....</b>	
Zoom sur les fossiles.....	18
Zoom sur l'antracite de la Mure.....	21
<b>Informations pratiques.....</b>	<b>28</b>
<b>Ressources documentaires.....</b>	<b>29</b>

# Présentation de l'exposition

Autre temps, autres continents, autres vivants. La Terre d'il y a 300 millions d'années n'est pas celle d'aujourd'hui, c'est une autre planète. Et pourtant, cette période très éloignée de nous est un fragment « d'ADN » de notre monde.

Planète Carbonifère se donne pour principal objectif de faire connaître ce temps ancien, ce monde inconnu qu'était la Terre d'il y a 300 millions d'années.

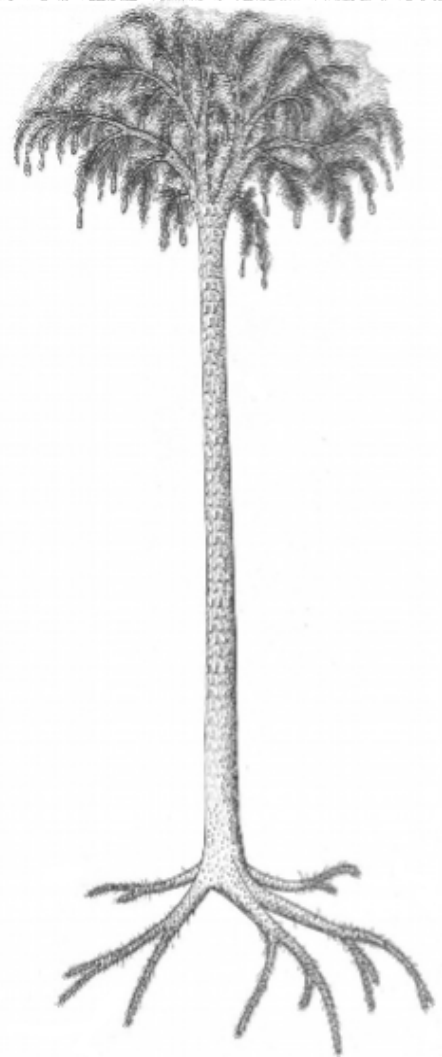
Que savons-nous de ce temps géologique ancien ? Comment l'explore-t-on ?

Pour certain, le terme Carbonifère renvoie probablement au mot carbone alors que pour d'autres il convoquera celui de charbon. Mais ce n'est pas là l'origine principale de l'exposition.

En effet, sa genèse est à mettre en relation avec la découverte, il y a quelques années, par des paléontologues, d'un gisement majeur de fossiles dans des schistes datant du Carbonifère sur la commune de Vaulnaveys-le-Bas. L'étude de ces fossiles a permis une meilleure compréhension de la biodiversité locale (essentiellement formée de végétaux), et, par voie de conséquence, une approche du paléoenvironnement et du paléoclimat de la région à cette époque.

Mais, au Carbonifère, à quelques kilomètres de là, des gisements de charbon sont en cours de formation. Ce sont ces gisements qui constituent les filons d'antracite exploités jusqu'à la fin du XXe siècle notamment sur le plateau Matheysin.

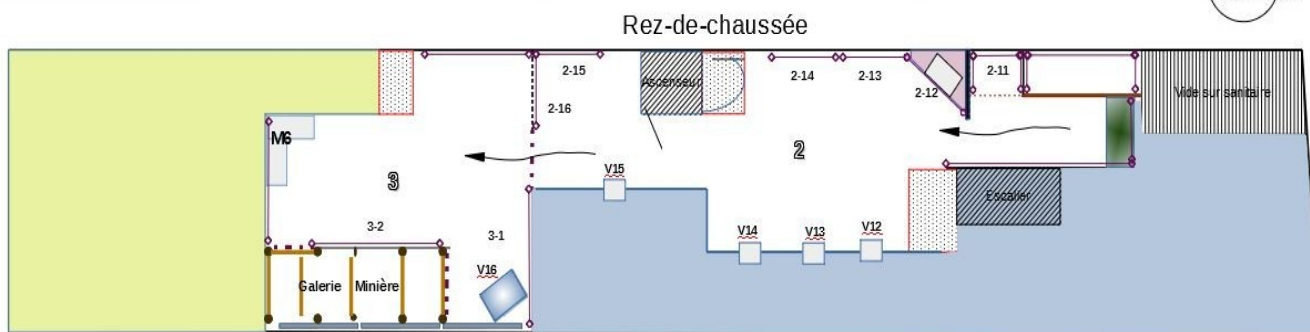
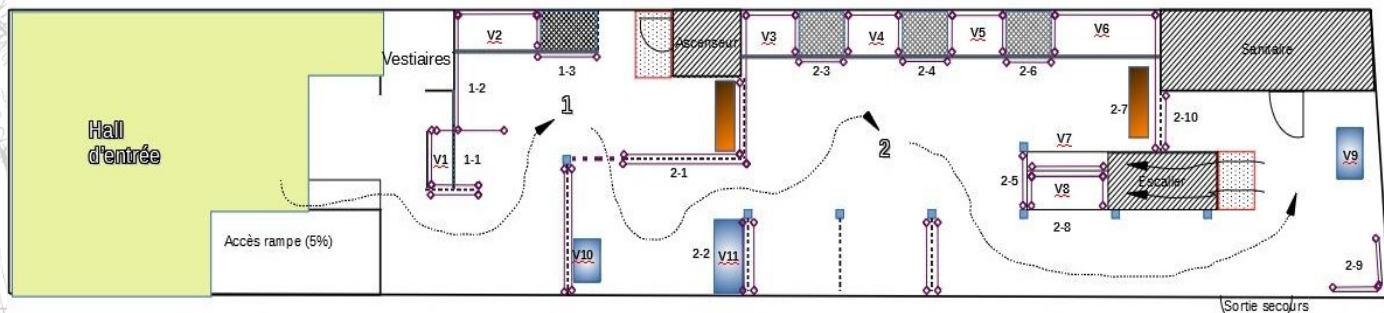
Vaulnaveys-le-Bas, la Matheysine, nous avons là une unité de lieu, celle du massif de Belledonne et le Carbonifère comme unité de temps ; la scène est prête. Bon spectacle ou plutôt bonne visite.



*Les Lépidodendrons sont des lycophytes, un groupe de plantes vasculaires représentées aujourd'hui uniquement par des espèces de petites tailles se développant principalement dans des milieux humides.*

# Scénographie

## Parcours Plan de l'exposition



### 1 : La remontée dans le temps

- 1.1 : État des lieux
- 1.2 : Échelle des temps géologiques
- 1.3 : Les archives pétrifiées

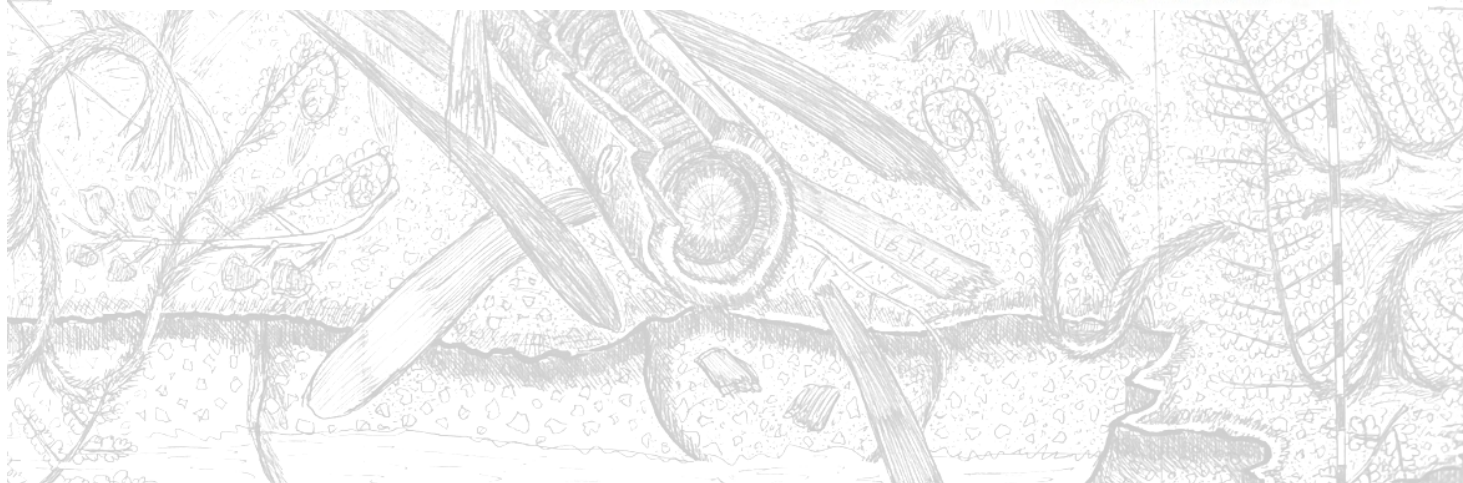
### 2 : Le temps du Carbonifère.

- 2.1 : Étude des fossiles
- 2.2 : Lépidodendron – Diaphorodendron - Sigillaria
- 2.3 : Les plantes articulées – Les Mariopteris
- 2.4 : Les Linoptéris et les Dicksonites
- 2.5 : Le Lagerstätte de Montceau-les-Mines
- 2.6 : Les Cordaïtes et les Marattiales
- 2.7 : La faune Carbonifère
- 2.8 : Les medullosales et les Selaginella
- 2.9 : La géologie de Vaulnaveys-le-bas
- 2.10 : Pourquoi étudier les fossiles ?
- 2.11 : La RTI : Reflectance Transformation Imaging
- 2.12 : Les traces d'hier et d'aujourd'hui
- 2.13 : Coévolution – Interaction
- 2.14 : Insecte, es-tu là ?
- 2.15 : Le carbone dans tous ses états
- 2.16 : Que remettons-nous dans l'atmosphère ?

### 3. Retour en 2024.

- 3.1 : Exploitation du charbon dans les Alpes
- 3.2 : Charbon exploitation et mouvement

V1 à V16 : Vitrines avec spécimens fossiles



## Thématique du parcours

Cette exposition est composée de trois volets permettant à un large public d'appréhender cette histoire lointaine.

La première partie est une plongée dans le temps. Cette grande introduction pose le décor, amène les concepts géologiques : échelle des temps, paléogéographie, paléobiologie, processus de fossilisation et ses biais, des notions de taphonomie seront abordées.

Comme une fenêtre sur un paysage du Carbonifère, la deuxième partie est composée d'une grande fresque longue de 17 mètres sur une hauteur de 5 mètres. Les plantes seront représentées en suivant les données fournies par les publications les plus récentes notamment en matière d'architecture. Elles seront également regroupées par affinité selon leur milieu. Cette fresque servira de colonne vertébrale à la description des différents groupes de plantes grâce à un parcours muséographique étayé par de nombreux spécimens de paléobotanique. La faune sera également exposée et mise en exergue par des pièces de grande qualité ainsi que des interactions des insectes sur les plantes. Une explication sera fournie sur un site fossilifère extraordinairement riche et proluxe très proche de Grenoble, celui de Vaulnaveys-le-Bas.

La troisième partie traite de la formation du charbon en invitant le visiteur à s'interroger sur la remise dans l'atmosphère actuelle d'un CO<sub>2</sub> vieux de plus de 300 millions d'années. Cette troisième partie est également un retour vers le temps présent. Que reste-t-il du Carbonifère ? Comment le charbon a contribué aux développements industriels ? Quels ont été les impacts sanitaires des exploitations de charbon ?

L'ambition de cette exposition est d'appréhender un temps géologique plus éloigné que les habituels temps géologiques présentés comme le Jurassique en lien avec les Dinosaures. De décrire et de reconstituer des écosystèmes anciens à l'aide des fossiles . De montrer enfin que le Carbonifère n'est pas uniquement le temps d'un « Germinal des Corons », mais aussi, pourquoi pas, d'un « Germinal des Alpes ».

### En parallèle

**Outre un cycle de conférences et d'ateliers proposées tout au long de la période de l'exposition, un colloque national sur les collections des Sciences de la Terre se tiendra à l'automne 2024, organisé conjointement par le Muséum et l'Université Grenoble Alpes.**



### **PARTIE 1 : La remontée dans le temps**

En arrêtant le curseur à 300 millions d'années (Ma), on se posera la question du vivant. Qu'est-ce qui a déjà disparu au Carbonifère et qu'est-ce qui ne sera présent que bien après ? Comment se sont formés les fossiles ? Véritable sas de transition entre l'actuel et le Carbonifère, la première partie de l'exposition pose les clés de compréhension de cet autre monde.

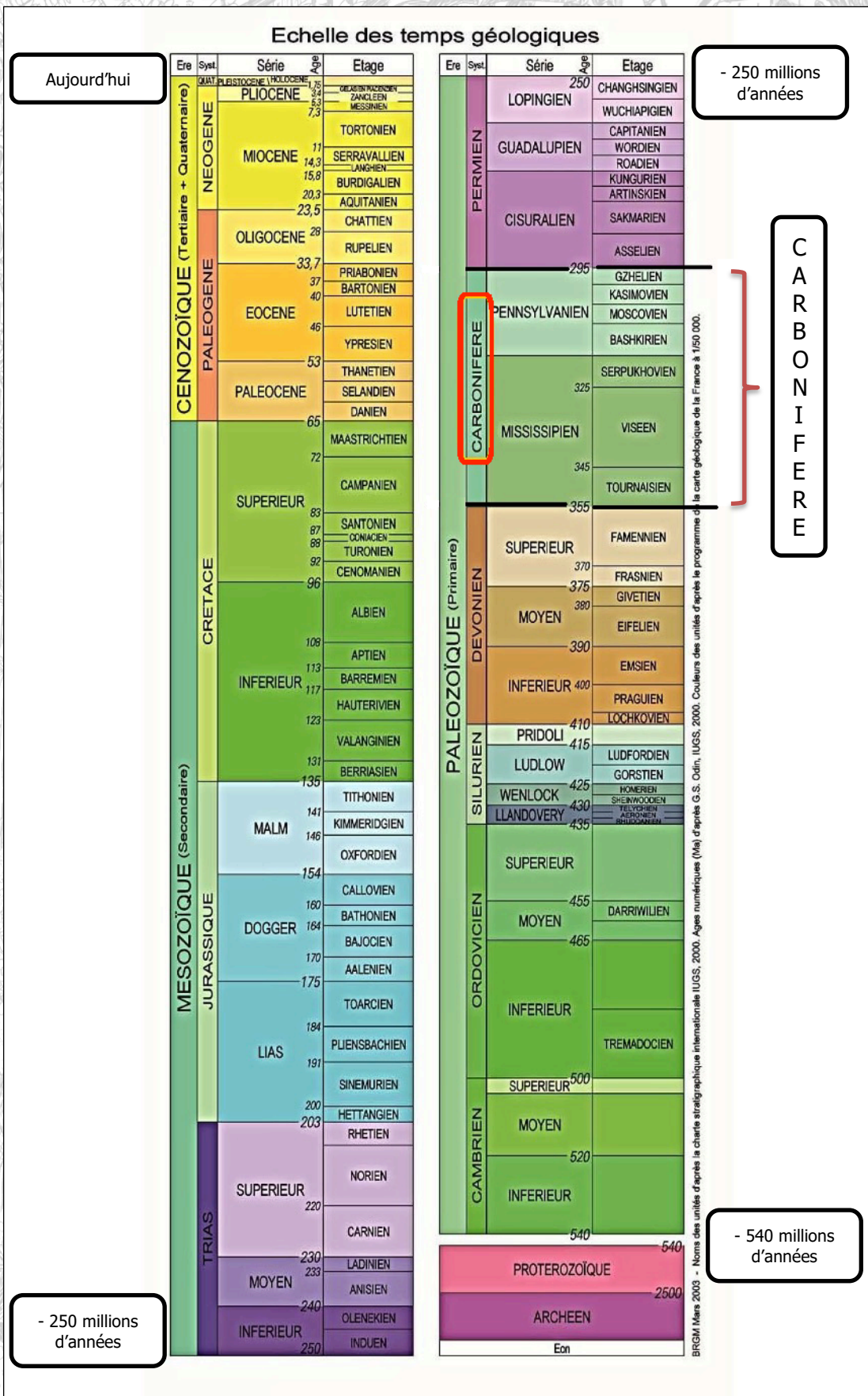
### **PARTIE 2 : Le temps du Carbonifère**

Les grands groupes de plantes sont présentés. Une immersion complète dans une forêt du Carbonifère est proposée par les artistes de Mural Studio avec la réalisation d'une fresque de 15 mètres de longueur sur une hauteur de 5 mètres. Grâce à de nombreux fossiles, ces plantes dévoilent leurs architectures particulières. Des traces d'interactions avec des insectes sont détectées ; ce sont parfois des arthropodes complets qui sont retrouvés mêlés à des fossiles de plantes. A partir de l'étude de fragment de végétaux, des écosystèmes complets se dévoilent.

### **PARTIE 3 : Retour en 2024**

Le charbon est une source d'énergie fossile incontournable à l'ère industrielle. Comment l'exploitation du charbon a-t-elle marqué l'histoire ? Et pourquoi l'usage de ce combustible qui date en grande partie du Carbonifère pose aujourd'hui question ?

## Echelle des temps géologiques



Aujourd'hui

- 250 millions d'années

CARBONIFÈRE

- 250 millions d'années

- 540 millions d'années

BRGM Mars 2003 - Noms des unités d'après la charte stratigraphique internationale IUGS, 2000. Ages numériques (Ma) d'après G.S. Odin, IUGS, 2000. Couleurs des unités d'après le programme de la carte géologique de la France à 1:50 000.

## Une sélection d'objets.

### LA REMONTÉE DANS LE TEMPS



#### Avant le Carbonifère

##### **Bothriolepis canadensis**

*Placoderme du Dévonien supérieur Gaspésie (Québec, Canada)*

#### Pendant le Carbonifère

##### **Odontopteris brardii**

*Fougère à ovules de la fin du Carbonifère.  
Grand Baume (Gard, France)*



#### Après le Carbonifère

##### **Macginiticarpa glabra**

*Plante à fleurs de l'Éocène.  
Gisement de la Green-River (Etats-Unis)*

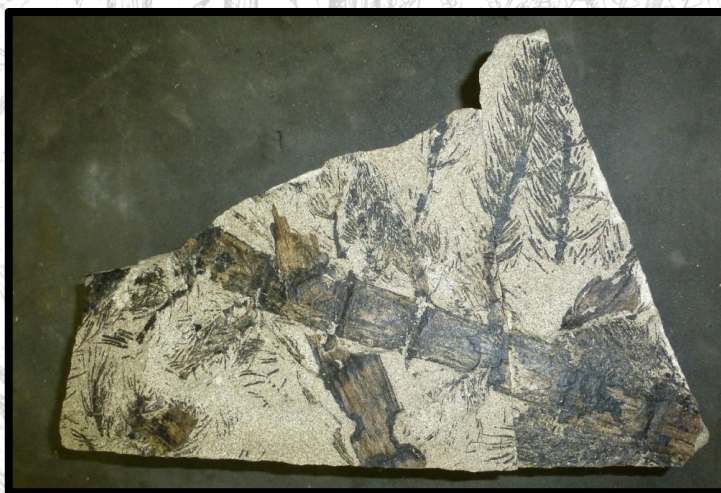


## LE TEMPS DU CARBONIFÈRE



Medullosales  
*Mariopteris sauveuri*

Calamitales  
*Asterophyllites*



Callistophytales  
*Dicksonites*

# LIENS ENTRE L'EXPOSITION ET LES PROGRAMMES SCOLAIRES

## **Cycle 3 : S.V.T : Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent**

### **Connaissances et compétences attendues en fin de cours moyen :**

Réaliser une classification en groupes emboîtés pour mettre en évidence des liens de parenté à partir d'un petit nombre d'espèces possédant des attributs identifiés.

Caractériser le changement de la biodiversité au cours de l'histoire de la Terre par l'exploitation de fossiles.

Distinguer différentes échelles de temps : l'échelle des temps géologiques (notion de temps long). Placer plusieurs espèces actuelles et fossiles sur une échelle des temps.

### **Connaissances et compétences attendues en fin de sixième :**

Déterminer des espèces biologiques actuelles ou fossiles en utilisant une clé de détermination.

Exploiter la reconstitution d'un paléoenvironnement en un lieu donné afin de comparer les biodiversités actuelle et passée.

## **Cycle 4 : Histoire-Géographie - Thème 2 : L'Europe et le monde au XIXe siècle.**

Nouvelle organisation de la production, nouveaux lieux de production, nouveaux moyens d'échanges : l'Europe connaît un processus d'industrialisation fondé sur la révolution énergétique charbon-pétrole-électricité qui transforme les paysages, les villes et les campagnes, bouleverse la société et les cultures et donne naissance à des idéologies politiques inédites...

## **Cycle 4 : S.V.T : La planète Terre, l'environnement et l'action humaine.**

Caractériser quelques-uns des principaux enjeux de l'exploitation d'une ressource naturelle par l'être humain, en lien avec quelques grandes questions de société.

- ◆ L'exploitation de quelques ressources naturelles par l'être humain (eau, sol, pétrole, charbon, bois, ressources minérales, ressources halieutiques...) pour ses besoins en nourriture et ses activités quotidiennes.

## **Cycle 4 : S.V.T : Le vivant et son évolution.**

Relier l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants, et l'évolution.

- ◆ Caractères partagés et classification.
- ◆ Les grands groupes d'êtres vivants, dont Homo sapiens, leur parenté et leur évolution.

Mettre en évidence des faits d'évolution des espèces et donner des arguments en faveur de quelques mécanismes de l'évolution.

- ◆ Apparition et disparition d'espèces au cours du temps (traces fossiles des premiers organismes vivants sur Terre).

## Cycle 4 : Croisements entre enseignements

### Transition écologique et développement durable, Sciences, technologie et société.

*En lien avec la physique-chimie, l'histoire et la géographie, le français, les langues étrangères et régionales, les arts plastiques, les sciences de la vie et de la Terre.*

- ♦ **Les paysages qui m'entourent**, composantes géologiques et biologiques d'un paysage/composantes naturelles et artificielles ; l'exploitation des ressources par l'être humain modèle les paysages

### Cultures artistiques

*En lien avec la géographie, le français, les arts plastiques, les sciences de la vie et de la Terre.*

- ♦ **Arts et paysages**, la reconstitution des paysages du passé dans l'art et dans la littérature. Création artistique dans les paysages : land art, etc.

### Lycée : Sciences de la vie et de la Terre.

#### Thème : La terre, la vie et l'organisation du vivant.

#### Seconde : Biodiversité, résultat et étape de l'évolution.

L'étude de la biodiversité du passé par l'examen des fossiles montre que l'état actuel de la biodiversité correspond à une étape de l'histoire du vivant.

**Capacités** : Mobiliser les acquis du collège sur l'arbre du vivant en positionnant par exemple des organismes actuels ou fossiles rencontrés lors d'activités ou sorties (muséums d'histoire naturelle, etc.)

#### Terminale : A la recherche du passé géologique de notre planète.

Les associations de fossiles stratigraphiques, fossiles ayant évolué rapidement et présentant une grande extension géographique, sont utilisées pour caractériser des intervalles de temps.

L'identification d'associations de fossiles identiques dans des régions géographiquement éloignées permet l'établissement de corrélations temporelles entre formations.

Les coupures dans les temps géologiques sont établies sur des critères paléontologiques : l'apparition ou la disparition de groupes fossiles.

**Capacités** : Utiliser les relations géométriques pour établir une succession chronologique d'événements à partir d'observations à différentes échelles.

#### Thème : Les enjeux contemporains de la planète.

#### Seconde : Géosciences et dynamique des paysages.

Il existe une diversité de roches sédimentaires détritiques en fonction de la nature des dépôts. Les roches formées dépendent des apports et du milieu de sédimentation. Ces roches sont formées par compaction et cimentation des dépôts sédimentaires suite à l'enfouissement en profondeur.

**Capacités** : Reconstituer un paléoenvironnement de sédimentation à partir de l'étude d'une roche sédimentaire, en appliquant le principe d'actualisme.

**Terminale** : Les climats de la Terre : comprendre le passé pour agir aujourd'hui et demain.

Au Paléozoïque, des indices paléontologiques et géologiques, corrélés à l'échelle planétaire et tenant compte des paléolatitudes, révèlent une importante glaciation au Carbonifère-Permien. Par la modification du cycle géochimique du carbone qu'elles ont entraînée, l'altération de la chaîne hercynienne et la fossilisation importante de matière organique (grands gisement carbonés) sont tenus pour responsables de cette glaciation.

**Capacités** : Reconstituer un paléoclimat local à partir d'indices paléontologiques ou géologiques en tenant compte de la paléolatitudes (ex : paléobiocénose des forêts carbonifères de Montceau-les-Mines par rapport à d'autres indices localisés à d'autres endroits de la planète).

**Lycée : Enseignement scientifique. Première : Le Soleil, notre source d'énergie.**

De nombreuses sources ou flux d'énergie sont directement ou indirectement issus de l'énergie radiative transférée par le Soleil. La comparaison entre la durée de formation d'une source d'énergie et la durée prévisible d'épuisement de celle-ci en raison de son exploitation permet de distinguer une source d'énergie renouvelable d'une source d'énergie non renouvelable.

Les combustibles fossiles se sont formés à partir de la matière organique produite par photosynthèse, il y a plusieurs dizaines à plusieurs centaines de millions d'années.

**Nature du savoir scientifique et méthodes d'élaboration.**

Les réserves de combustibles fossiles : enjeux et incertitudes.

**Sciences, société et environnement.**

Analyse de discours sur l'énergie dans la société et analyse critique du vocabulaire d'usage courant : énergie « propre », énergie fossile, énergie renouvelable, source d'énergie, ressources énergétique, etc.

**Lycée : Histoire-Géographie. Première : Thème 2 - La France dans l'Europe des nationalités : politique et société (1848-1871)**

Chapitre 2 : L'industrialisation et l'accélération des transformations économiques et sociales en France.  
*Ce chapitre vise à montrer que la société française connaît des mutations profondes liées à l'industrialisation et à l'urbanisation.*

**Lycée : Histoire-Géographie. Première : Thème 3 - La Troisième République avant 1914 : un régime politique, un empire colonial.**

Chapitre 2 : Permanences et mutations de la société française jusqu'en 1914.  
*Ce chapitre vise à montrer les spécificités de la société française qui connaît une révolution industrielle importante tout en demeurant majoritairement rurale.*

# PISTES PEDAGOGIQUES AUTOUR DE L'EXPOSITION « PLANÈTE CARBONIFÈRE ».

Toute visite au sein du muséum, y compris dans le cadre d'une exposition temporaire comme « *Planète Carbonifère* » s'inscrit dans le parcours d'éducation artistique et culturelle de l'élève (PEAC) de l'école primaire à la fin du lycée. Elle permettra en effet de mettre en jeu des connaissances, des pratiques expérimentées et des rencontres dans les domaines des arts et du patrimoine en particulier scientifique.

Ce dossier vise à orienter les enseignants qui souhaiteraient permettre à leurs élèves de faire un voyage temporel en étant entouré des formes vivantes d'une autre époque. Pour cela l'exposition est particulièrement riche en fossiles et bien sûr en explications.

Pour les écoles primaires notamment les **Cycles 1 et 2**, l'exposition fait participer et rend actifs les visiteurs, en proposant des spécimens de nos collections à observer ainsi que des ateliers proposés par l'équipe des médiateurs du muséum.

Pour le **Cycle 3**, l'exposition fait participer et rend actifs les visiteurs, en proposant des spécimens de nos collections à observer ainsi que des ateliers proposés par l'équipe des médiateurs du muséum. De plus, les titres et les cartels à lire apportent des informations à appréhender.

À partir des données présentées dans l'exposition ainsi que de leur expérience de visite, les élèves rassemblent des informations, les structurent, posent des hypothèses, concluent, exercent leur sens critique. La visite est à penser avec des prolongements en classe.

Nous avons volontairement ciblé 3 axes possibles dans l'exposition :

Axe 1 : Meganeura et le groupe des Odonates.

Axe 2 : Le gisement de fossiles de Vaulnaveys-le-Bas

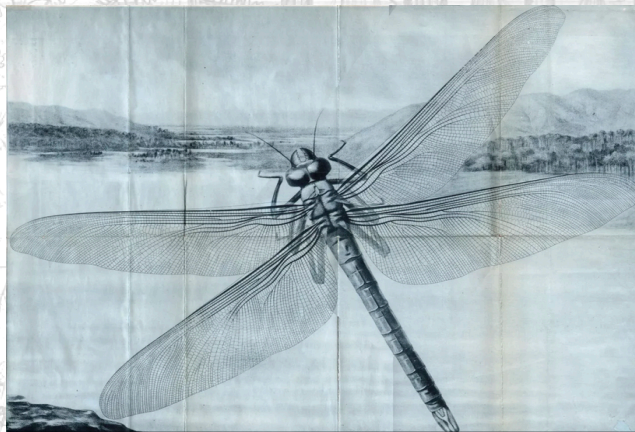
Axe 3 : L'antracite des mines du plateau Matheysin.

## Axe 1 : Meganeura et le groupe des Odonates.

[Extrait de la page Internet du MNHN : <https://www.mnhn.fr/fr/les-forets-luxuriantes-du-carbonifere>]  
"Le Carbonifère est souvent décrit comme « l'époque des insectes géants » : une description souvent exagérée par rapport à la réalité scientifique et basée sur **une poignée d'espèces qui ne sont pas représentatives de l'époque**. Parmi celle régulièrement mises en avant, il se trouve qu'une seule *Meganeura monyi*, était réellement un insecte...

Les **Meganeura** appartiennent au groupe souche des libellules et demoiselles. Une espèce de ce groupe, *Meganeura monyi*, dépasse les **60 centimètres d'envergure**. Cette envergure est proche de celle de faucons actuels, comme le faucon hobereau, prédateur des libellules."

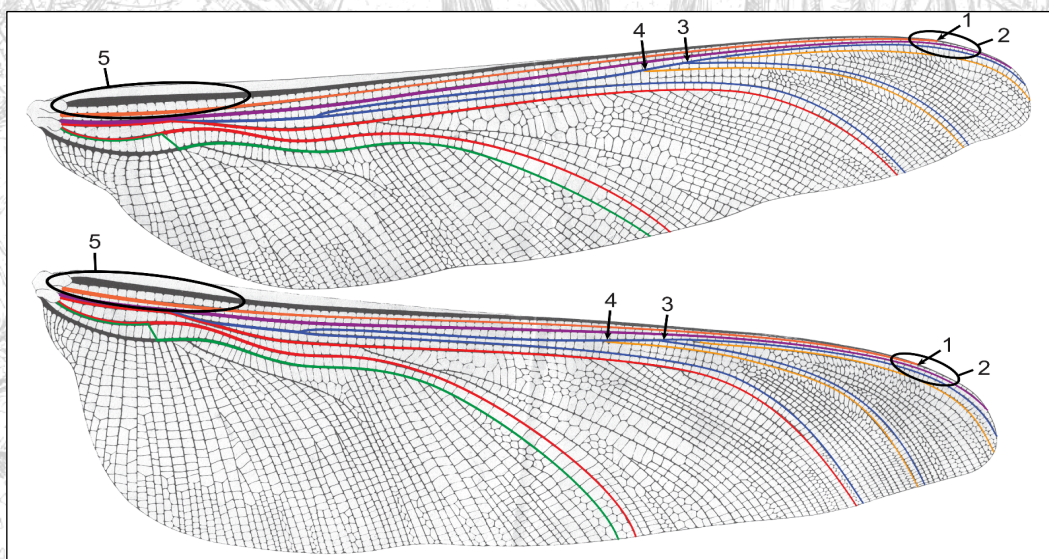
(<https://www.mnhn.fr/fr/meganeura-monyi-libellule-geante>)



*Meganeura monyi* reconstitution réalisé par Charles Brongniart et publiée en 1893 dans un atlas intitulé *Recherches pour servir à l'histoire des insectes fossiles des temps primaires précédées d'une étude sur la nervation des ailes des insectes*.

Coll : Bibliothèque du Muséum de Grenoble

Pour les plus jeunes : **Dessine ton aile** : un travail de coloriage en suivant les nervures et les quadrillages des ailes à partir de gabarits des ailes de libellules, de demoiselles et du fossile Meganeura réalisés par Olivier Bethoux (CR2P UMR 7207 – CNRS-MNHN-Sorbonne Université)



Reconstitution des ailes de *Meganeura monyi*

Pour le Cycle 1 et 2 : **Que mange les libellules ?** : un travail de recherche à partir de la poésie de Saint Saëns (<http://www.ipoesie.org/la-libellule> ).

Pour le Cycle 4 (S.V.T) : **Comment intégrer le fossile de *Meganeura* dans une phylogénie ?**

Nous avons imaginé un travail de construction de phylogénie à partir de quelques caractères utilisés en paléontologie sur *Meganeura*. Cette activité peut être envisagée comme un exercice de prolongement après la construction de la notion et avant une visite de l'exposition.

L'intérêt de la visite est de venir voir le fossile « en vrai », prendre conscience de la difficulté à étudier les caractères utilisés en phylogénie et découvrir l'intérêt de la technologie de la RTI (Reflectance Transformation Imaging)

*Un travail rendu possible grâce aux apports scientifiques et aux données fournies par Olivier Bethoux (CR2P UMR 7207 – CNRS-MNHN-Sorbonne Université) que nous remercions ici.*

Pour les 2<sup>nde</sup> (S.V.T) : **L'origine des ailes des libellules et leurs couleurs.**

Travail à partir d'une sélection d'articles :

<https://passion-entomologie.fr/anatomie-aile-insecte/>

<https://passion-entomologie.fr/origine-ailes-insectes/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959437X20301787?via%3Dihub>

*Les articles (à didactiser) peuvent servir de support pour les notions de voies métaboliques par exemple, mais aussi sur le dimorphisme sexuel chez les Odonates.*

## **Axe 2 : Le gisement de fossiles de Vaulnaveys-le-Bas.**

Pour la Spécialité S.V.T en Terminale :

Nous avons imaginé une activité permettant une reconstitution (limitée), à partir des fossiles récoltés, du paléoenvironnement et du paléoclimat de Vaulnaveys-le-Bas (VLB) au Carbonifère.

L'activité peut s'ancrer sur les représentations les plus habituelles que nous pouvons obtenir du Carbonifère : **un rivage ou un milieu lacustre dans lequel se développe principalement des fougères arborescentes.**

Or, de nombreux fossiles découverts à VLB suggèrent que le site de fossilisation correspond à un bassin intra-montagneux (Orogenèse Varisque) et à un *Dryland*.

Il s'agit donc, en partant des représentations des élèves sur le Carbonifère de retrouver dans l'exposition les fossiles de VLB, d'obtenir des informations sur ces fossiles (notamment par l'usage de QR code) et de proposer des environnements et des climats possibles.

Deux articles intéressants disponibles :

[https://www.nature-isere.fr/sites/default/files/document/rastel\\_et\\_al\\_bull\\_soc\\_linn\\_lyon\\_2019.pdf](https://www.nature-isere.fr/sites/default/files/document/rastel_et_al_bull_soc_linn_lyon_2019.pdf)

et

RASTEL Didier, RASTIER Alexis, DELFOSSE-ALLAIN Matias, VALLOIS Bruno, JOUVE Aurélien et DURAND Claudie

**Une accumulation de plantes fossiles témoin d'un habitat méso-xérophytique du Carbonifère tardif à Vaulnaveys-le-Bas en Isère (France) ..... 31-45**

Résumé. – Une flore fossile composée de Cordaites (60%), Lesleya (15%), Dicranophyllum (5%), Sphénophytes (6%), Filicophytes (6%), Lépidophytes (6%) et Ptéridospermés (2%) a été mise en évidence au sein d'un dépôt du Carbonifère tardif isérois à Vaulnaveys-le-Bas, Isère, France. Il s'agit

d'une composition témoin d'une adaptation à des conditions climatiques plus sèches, aux précipitations plus saisonnières que le reste du gisement. Les Lépidophytes ne sont représentés que par l'espèce *Sigillaria brardii*, indiquée comme adaptée à des conditions moins humides que les autres Lépidophytes. Alors que l'ensemble du site est composé d'une flore mixte à dominante de plantes de milieu tropical humide, cette découverte, si elle est confirmée sur une plus grande échelle, est un exemple de la distribution hétérogène des flores dans les bassins sédimentaires carbonifères selon le modèle climatique.

*L'intégralité de l'article est disponible auprès du muséum.*

### **Axe 3 : L'antracite des mines du plateau Matheysin.**

L'exploitation d'une roche du sous-sol a un intérêt économique certain pour un pays et pour la région, mais elle a également un intérêt pour les scientifiques : reconstituer une partie de l'histoire de la région. Pour citer Maurice Mattauer, « ce que disent les pierres » c'est une peu de cette histoire géologique ancienne, ce temps du Carbonifère, quand l'Homme n'existait pas.

La formation des gisements d'antracite concerne les parties 2 et 3 de l'exposition « **Planète Carbonifère** ».

Pour la Spécialité S.V.T en Terminale et l'Enseignement Scientifique de Première :

Dans cette partie de l'exposition sont abordés les transformations de la matière organique permettant la mise en place du charbon durant l'orogénèse hercynienne (Varisque) mais également la transformation de ces charbons, lors de l'orogénèse Alpine, permettant l'enrichissement en Carbone et le passage à la forme antracite.

**En Enseignement Scientifique :** La formation du charbon durant le Carbonifère et les transformations de la matière organique dans le cadre du thème 2 : Le Soleil, notre source d'énergie.

**En Spécialité S.V.T Terminale :** On peut envisager l'antracite de la Mure, comme un indicateur, un marqueur de deux **cycles orogéniques** consécutifs, venant ainsi en complément d'autres marqueurs comme les **ophiolites** de Chamrousse (orogénèse Hercynienne) ou du Chenaillet, Queyras, Viso (orogénèse Alpine), la présence des vestiges de marges passives (Taillefer, Col d'Ornon...).

Quelques sources exploitables :

[https://www.persee.fr/doc/rga\\_0035-1121\\_1940\\_num\\_28\\_3\\_4281](https://www.persee.fr/doc/rga_0035-1121_1940_num_28_3_4281)

<https://youtu.be/WvK0XHt6bzM?si=CaWbyY1DWtI0gyV> (vidéo très explicative)



Pour le cycle 4 et le lycée en Histoire-Géographie.

L'exploitation de l'antracite a profondément marqué l'histoire économique et sociale du plateau Matheysin (industrialisation, immigration, syndicalisme) mais également la région grenobloise (impact industriel dans les vallées et modifications politiques par exemple).

La mise en place de l'exposition « **Planète Carbonifère** » est une occasion idéale pour la mise en place de projet **transdisciplinaire** en envisageant une sortie d'une journée couplant la visite de l'exposition et la visite de la **mine Image** de la **Motte d'Aveillans**.

### **Quelques ressources en ligne :**

Parole de mineurs

<https://fresques.ina.fr/rhone-alpes/fiche-media/Rhonal00463/la-fin-des-mines-de-la-mure.html>

<https://france3-regions.francetvinfo.fr/auvergne-rhone-alpes/isere/il-y-20-ans-mine-mure-isere-fermait-1223165.html>

[https://www.memoirelamure.fr/Ressources/Livret\\_La\\_Mure\\_1957.pdf](https://www.memoirelamure.fr/Ressources/Livret_La_Mure_1957.pdf)

Industrialisation

<https://www.matheysine-tourisme.com/fr/decouvrir-la-matheysine/historique-culturelle/histoire-mini%C3%A8re/>

<https://editionsarthema.fr/histoire-mines-de-la-mure-isere/>

<https://archives.isere.fr/sites/isere-archives-fr/files/inline-files/25J.pdf>

<http://mine-image.com/telech/dossier.pdf>

Pour toutes informations supplémentaires,  
pour monter un projet y compris avec la Mine  
Image de la Motte-d'Aveillans  
n'hésitez pas à contacter notre professeur relais  
(coordonnées en fin de livret)

Pour en  
savoir plus.

## Zoom sur les fossiles

### Pourquoi étudier les fossiles ?

La paléontologie est littéralement la « science » (= Logos) étudiant la « vie » (= onto) « ancienne » (= paleo). C'est une porte d'entrée dans l'Histoire de la Terre. Elle est reliée à de multiples portes comme notamment l'étude des roches, de la dynamique des continents et de l'impact du volcanisme, de l'atmosphère, du climat.

Du fossile qui nous projette à des millions d'années dans le passé, vient vite le questionnement sur un écosystème ancien. Qu'il s'agisse d'un animal ou d'une plante, il vit dans un milieu qui comprend d'autres organismes. La compréhension des paléo-écosystèmes se heurte à des difficultés de fossilisation. Ce qui reste du passé est une

image très floue dont la résolution diminue au fur et à mesure que le présent s'éloigne. C'est pourquoi, pour comprendre le passé, il est également nécessaire de s'appuyer sur les observations des écosystèmes actuels. C'est le principe d'actualisme.

L'histoire est complexe, constituée de nombreuses interactions insoupçonnées entre le vivant et le minéral sur des échelles de temps très variables avec de nombreuses boucles de rétroactions.

Remonter dans le passé, c'est aussi s'ouvrir de nouvelles portes pour mieux comprendre l'état actuel de notre planète, de la vie qu'elle abrite et anticiper autant que faire se peut les changements futurs.

### Étude des fossiles : spécificités végétales

Étudier les fossiles, c'est aussi les nommer. Cela arrive à la fin d'un processus de description d'un fossile inconnu. Lorsque toutes les comparaisons avec ce qui a déjà été découvert dans le monde arrivent à une impasse et que le paléontologue se retrouve devant une nouveauté, il la décrit et lui donne un nom. La publication de sa description permet de la présenter à ses pairs et de la valider.

**Nomina si nescis, perit et cognitio rerum. - Si l'on ignore le nom des choses, on en perd aussi la connaissance. Carl von Linné. 1755**

Dans le registre fossile, les plantes ont des spécificités par rapport aux animaux.

A l'échelle de l'organisme, une plante présente des organes en nombre très variable : par exemple, un seul tronc mais des milliers de feuilles. Certains de ces organes sont très éphémères, cela est particulièrement vrai pour les organes reproducteurs. Une plante peut perdre une partie d'elle-même et continuer à vivre (branches arrachées, chute des feuilles ou des parties fertiles).

Les plantes étant des organismes fixés au sol, certains organes sont facilement dispersables

et d'autres sont tenus de rester sur place (tronc, racines).

D'autre part, plus les organismes sont grands et plus la fossilisation de l'individu en entier sera improbable. Tous ces facteurs aboutissent au fait qu'il est invraisemblable d'avoir une plante fossilisée en entier à un seul endroit avec tous ses organes en connexion. Le problème principal réside donc dans la reconstruction entière de la plante.

C'est pourquoi en paléobotanique chaque partie d'une même plante porte un nom différent. Il s'agit de morphogènes, des fossiles épars représentant les mêmes organes sont regroupés sous un même genre.

Plusieurs méthodes sont utilisées par les paléobotanistes pour tenter de résoudre les multiples puzzles qui s'offrent à eux. Mais la plus certaine d'entre elles est l'étude des pièces présentant des connexions anatomiques. Ce sont des fossiles rares qui sont avidement recherchés par tous les paléobotanistes.

**Si Carl von Linné avait coutume de dire «Deus creavit, Linnaeus disposuit » ce qui signifie « Dieu a créé, Linné à organiser », Louis Emberger, deux siècles plus tard lui oppose un bien plus modeste : « En paléontologie, plus que dans les autres disciplines des Sciences naturelles, les noms donnés aux choses masquent souvent notre ignorance ».**

## Les archives pétrifiées

Lorsque les êtres vivants meurent, ils se décomposent jusqu'à être intégrés dans le sol. Les végétaux reforment de la matière à partir des éléments du sol. C'est le cycle de la matière organique.

Les fossiles sont des anomalies dans ce cycle. Au lieu d'être décomposés, les restes, traces du vivant vont être transformés en pierre. Les mécanismes de la fossilisation sont complexes. Les pièces exposées en sont quelques exemples.

On nomme **taphonomie** l'étude de tous les processus qui commencent juste avant la mort d'un organisme jusqu'à la collecte du fossile. Cela inclut toutes les transformations qui peuvent survenir sur un fossile déjà formé.

Ainsi, tout au long de cette exposition, vous observerez des fossiles contenus dans des roches plus ou moins feuilletées, granuleuses, rouges, noires. Certains végétaux auront un aspect doré. Tous les événements sont consignés dans la pierre et certains sont très récents.

## Quelques rappels sur la phylogénie

La classification du monde vivant, qu'il s'agisse d'organismes actuels ou fossiles, est un élément incontournable pour appréhender sa diversité, et comprendre l'origine de celle-ci.

L'objectif en phylogénie est de retrouver les relations de parenté entre espèces en s'appuyant sur des caractères en communs et nouvellement apparus. Traditionnellement, les caractères utilisés étaient basés sur la

morphologie (six paires de pattes pour les hexapodes, par exemple). Mais cette source d'information s'est avérée trompeuse car un même organe peut être présent chez des espèces très éloignées par effet de convergence, c'est-à-dire l'apparition indépendante d'adaptations similaires en réponse à des contraintes identiques. De même, la réversion qui est un retour à des caractères considérés comme plus primitif, est

un phénomène qui peut être trompeur dans l'établissement de liens phylogénétiques. C'est pourquoi, aujourd'hui, les biologistes se basent surtout sur des données génétiques pour ordonner le vivant.

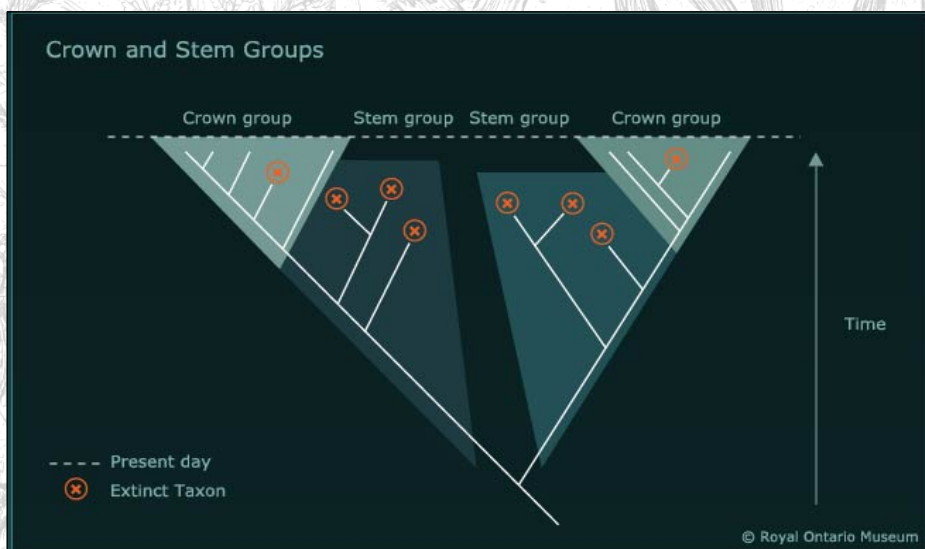
Dans sa *Philosophie zoologique*, Lamarck publia un arbre illustrant les relations de parenté entre les êtres vivants mais, en parallèle, son étude des invertébrés fossiles du bassin de Paris ne lui fournit pas matière à dessiner des arbres évolutifs bien qu'espèces fossiles et actuelles fussent classifiées dans une même systématique. Bref, depuis les origines jusqu'à l'époque contemporaine, l'utilisation du fossile en systématique est difficile, en tout cas souvent controversé, vis-à-vis de la notion de phylogénie.<sup>1</sup>

Toutefois, il est impossible d'appréhender l'histoire de la vie en occultant les fossiles. Il est donc nécessaire de continuer à prendre en compte certains caractères morphologiques et de les combiner avec des critères génétiques pour retrouver les relations de parenté. D'ailleurs, certains fossiles permettent de réconcilier morphologie et gènes.

Depuis une vingtaine d'années les concepts de groupes souches et de groupe couronne sont régulièrement utilisés car ils ont amélioré la communication entre biologistes et paléontologues, leur permettant de travailler plus efficacement sur une classification commune du vivant.

### Groupe souche et groupe couronne, de quoi parle-t-on ?

Dans l'arbre du vivant, qui résume les relations de parenté entre espèces, le groupe couronne rassemble toutes les espèces actuelles d'un groupe donné, leur dernier ancêtre commun, et toutes les espèces fossiles ayant, elle aussi, dérivé de cet ancêtre commun. Les espèces d'oiseaux actuels, par exemple, ont eu un ancêtre commun qui était une sorte de dinosaure à plumes, vivant il y a environ 135 millions d'années. L'*Aepyornis*, qui dérive de ce « dinosaure-oiseau », appartient donc au groupe couronne, bien qu'il soit aujourd'hui éteint. En revanche, un dinosaure sauropode, par exemple le *Diplodocus*, n'ayant pas de plumes ne fait pas partie du groupe couronne des oiseaux. Néanmoins, étant plus proche que de n'importe quel autre groupe actuel, il fait partie du groupe souche des oiseaux.



In : <https://burgess-shale.rom.on.ca/fr/science/lorigine-des-animaux-et-lexplosion-cambrienne/larbre-du-vivant/notions-de-groupe-souche-et-de-groupe-couronne/>

<sup>1</sup> Tassy P. (1999). – Willi Hennig et l'objet paléontologique. *Geodiversitas* 21(1) : 5-23

<https://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/g199n1a1.pdf>

## Pour en savoir plus.

### Zoom sur l'anhracite de la Mure.

## Le carbone dans tous ses états

La majorité du carbone minéral est présent sous forme de CO<sub>2</sub>. Il se trouve dans l'atmosphère mais aussi sous forme dissoute dans l'eau (marine ou douce). Les plantes sont les seuls organismes à le transformer en carbone organique. L'océan recouvrant 70 % de la planète Terre, le phytoplancton est le groupe de plantes le plus producteur de carbone organique.

Le carbone organique est ensuite recyclé dans les chaînes alimentaires ou chaînes trophiques. Lorsque les organismes meurent, le carbone organique est transformé par des processus chimiques ou biochimiques en carbone minéral. C'est ainsi que de façon, très simplifiée on observe un cycle du carbone.

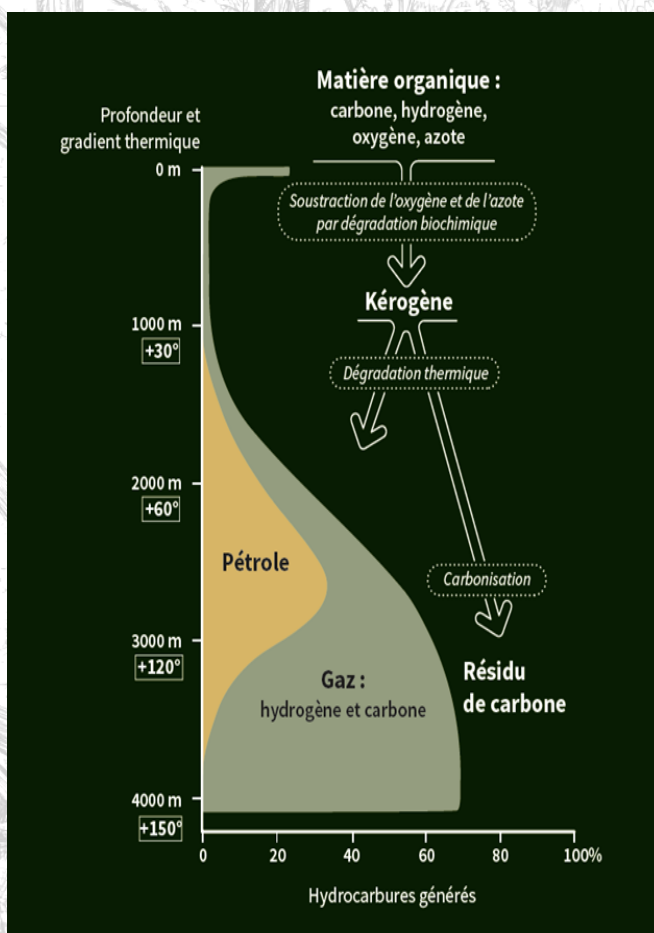
Mais une partie du carbone organique peut échapper à la minéralisation et être conservée dans des dépôts sédimentaires. C'est une sorte de « fossilisation » du carbone.

En **milieu marin** la matière organique qui s'accumule sur le plancher océanique se retrouve dans un environnement très pauvre en oxygène. Les courants profonds vont la mélanger avec des boues de sédimentation et sous l'action de bactéries transformer l'ensemble en kérogène. Au fur et à mesure des dépôts, les couches s'enfoncent. Les conséquences directes sont une augmentation de la pression et de la température.

Dans les premières profondeurs se sont les bactéries qui vont consommer l'oxygène et l'azote. Puis le kérogène sera transformé en **pétrole** ou en **gaz** selon la

profondeur de son enfouissement.

En milieu terrestre les plantes sont les gros fournisseurs de matière organique. Lorsque celle-ci échappe au cycle du carbone, elle se retrouve piégée dans les sédiments. Son enfouissement provoque une augmentation de température et de pression qui libère l'oxygène et l'azote pour concentrer le carbone.



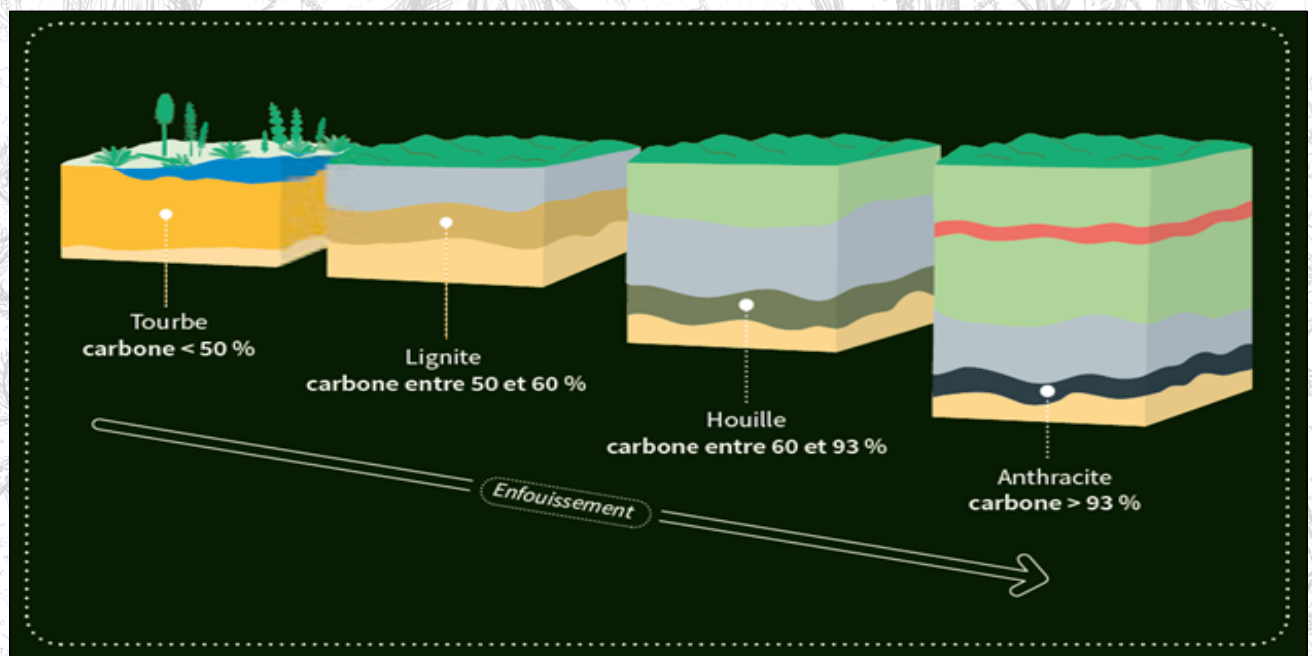
## Dans les Alpes aussi

Le Dauphiné est connu de longue date pour ses richesses minières – argent, plomb, fer, cuivre... - et on sait bien, au moins dans la région, qu'il faut ajouter à cette liste les importants gisements d'antracite du plateau de La Mure dont l'exploitation fait l'objet de concessions par l'État dès le tout début du XIXe siècle.

En 1857, les différentes sociétés minières se réunissent pour fonder la Compagnie des Mines de la Mure qui va exploiter un anthracite particulièrement recherché. En effet, de toutes les qualités de houilles, l'antracite est celle qui possède les plus forts taux de carbone et celui de la Matheysine atteint un taux de pureté de 90%.

Or un fort pourcentage de pureté confère à la houille un pouvoir calorifique supérieur une combustion plus régulière et moins de matières volatiles préjudiciables, toutes qualités qui intéressent l'industrie.

Les gisements d'antracite sont également les gisements les plus rares, ce qui explique que son extraction se maintiendra en Matheysine plus longtemps qu'ailleurs, en dépit des conditions d'accès difficiles. Situés à 900 mètres d'altitude dans une région enclavée, le site requiert l'ouverture dès 1888 d'une ligne de chemin de fer. Au plus fort de l'exploitation, c'est 3600 mineurs qui font vivre tout le plateau Matheysin et qui extraient jusqu'à 791 000 tonnes de houilles par an.



La grande famille des **charbons** regroupe la **tourbe**, le **lignite**, la **houille** et l'**anthracite**. Une classification qui prend en compte la quantité de carbone présente.

## L'Anthracite de la Mure : un marqueur des cycles orogéniques ?

(d'après : [www.geologie-patrimoine-matheysine.fr](http://www.geologie-patrimoine-matheysine.fr) )

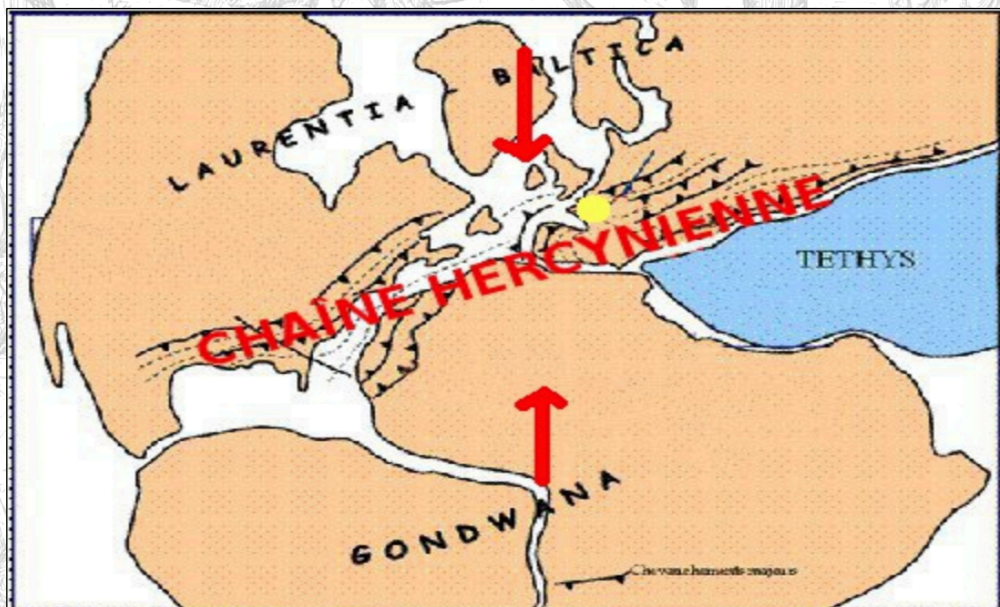
Durant la deuxième moitié du Paléozoïque, le rassemblement des continents a provoqué une chaîne de montagne très importante que l'on a dénommée chaîne hercynienne ou chaîne varisque. Vers 300 Ma, durant son démantèlement, de grandes failles vont déplacer des écailles sur de grandes distances, ce qui va totalement modifier le territoire environnant.

C'est ainsi que ce qui constitue aujourd'hui les massifs cristallins externes (Mont-Blanc, Belledonne, Argentera) va glisser le long d'une de ces grandes failles, que l'on a dénommée l'Accident Médian de Belledonne, pendant tout le reste du

Carbonifère et une bonne partie du Permien.

Aujourd'hui la Matheysine qui fait partie géologiquement de Belledonne est constituée de deux parties dont l'histoire est totalement différente, on a le rameau externe à l'ouest et le rameau interne qui a subi un long déplacement à l'est.

Nous avons une Matheysine coupée en deux, du nord au sud, l'accident médian vient de Chamrousse, passe à l'est du lac de Laffrey, traverse le lac de Petichet dans sa partie nord et se dirige vers l'ouest de Cimon (le Paradis et la combe Simane), les géologues perdent sa trace après le Drac alors qu'à l'origine il allait loin vers le sud, jusqu'à l'Argentera.



La chaîne hercynienne (varisque) dont on retrouve aujourd'hui des vestiges sur plusieurs continents. Le point jaune situe l'emplacement du futur territoire métropolitain.

[www.geologie-patrimoine-matheysine.fr/geologie/accident\\_median.html](http://www.geologie-patrimoine-matheysine.fr/geologie/accident_median.html)

## Le socle de la Matheysine

On distingue :

**A l'ouest**, le rameau externe, dont les roches ne sont pas datées mais sont probablement antécambriennes à cambriennes. Ce sont des micaschistes d'où l'appellation de "série satinée" par les anciens auteurs. Aujourd'hui on retrouve le socle en surface en quelques endroits dont les Signaraux,

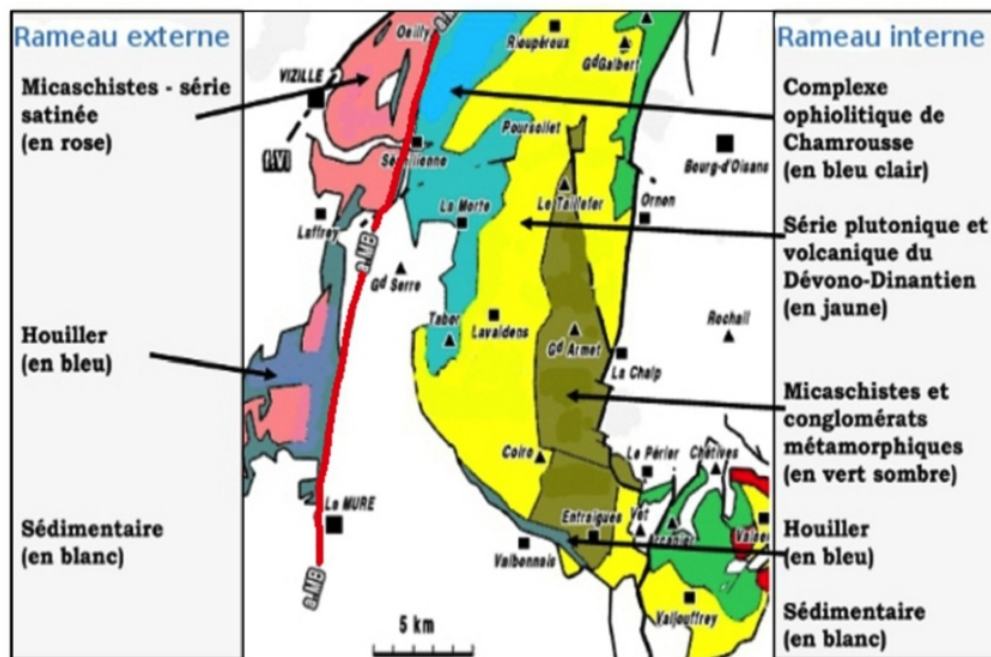
**A l'est** le rameau interne, plus complexe car constitué des unités qui viennent des régions concernées par l'orogénèse hercynienne.

Le rameau interne est formé par une succession de séries :

La série plutono-volcanique du Dévono-Dinantien, datée de 360 millions d'années, issue d'un volcanisme généré par les subductions hercyniennes.

La série formant le complexe ophiolitique de Chamrousse, stratigraphiquement en série renversée au-dessus de la série précédente bien que plus ancien, daté de 496 millions d'années. C'est une ancienne croûte océanique d'un océan arrière-arc au début de l'orogénèse hercynienne, charriée sur des unités plus jeunes et métamorphisée au cours de l'orogénèse (Col de l'Oullières, Carrière de la Chinarde).

La série des micaschistes et conglomérats métamorphiques, (formation du Taillefer), d'âge viséen, 330 millions d'années, l'origine étant le remplissage d'un ancien bassin (Vallon de l'Espalier).



Carte géologique très simplifiée montrant les différentes unités des rameaux interne et externe séparés par l'accident médian (a.MB).

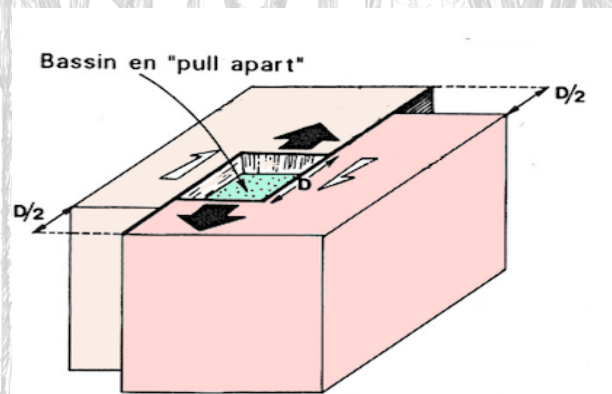
[www.geologie-patrimoine-matheysine.fr/geologie/accident\\_median.html](http://www.geologie-patrimoine-matheysine.fr/geologie/accident_median.html)



## Les bassins houillers du Carbonifère

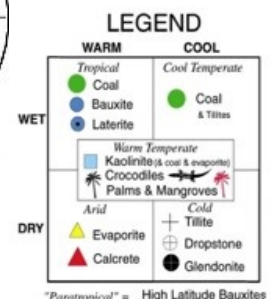
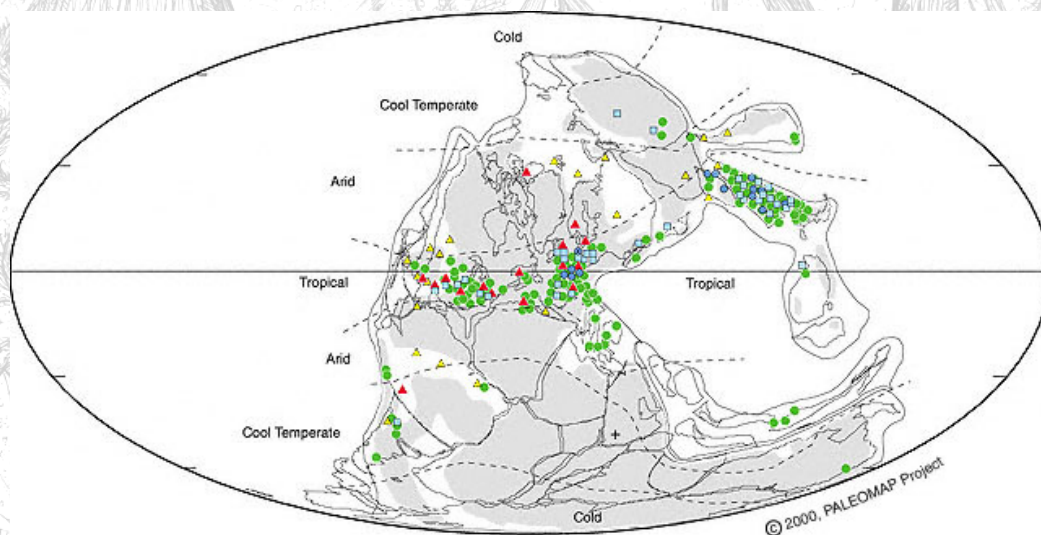
Les grandes failles hercyniennes, dans leur déplacement, ont créé des bassins subsidés (ils s'enfoncent au fur et à mesure qu'ils se remplissent). En France on a 60 bassins dans le Massif-Central, de grandeurs inégales, créés par d'importantes failles dont la plus connue est le grand Sillon houiller. Ceux créés par l'Accident Médian de Belledonne sont plus modestes, le plus important étant celui de La Mure, le seul qui a été exploité de façon industrielle.

On schématise la formation des bassins le long des failles par le dessin ci-contre.



Le territoire qui constituera la France est, à ce moment-là, juste en dessous de l'équateur dans la zone tropicale où se développe une végétation exubérante. Les forêts sont régulièrement détruites par des inondations, des effondrements à la suite des événements compressifs et distensifs qui se succèdent dans le temps et dans l'espace.

La matière organique s'entasse dans les bassins et elle est rapidement recouverte par les grès provenant de l'érosion de la chaîne hercynienne, ce qui la protège de l'oxydation. De nouvelles forêts se développent et subissent le même sort, le cycle se reproduit durant quelques millions d'années.



Upper Carboniferous (Gzelian)

*La position géographique de la France correspond au point jaune sur la carte*

## Les forêts carbonifères

La flore a fait son apparition sur la Terre au Silurien et s'est réellement installée au Dévonien. Dans les endroits humides, les Charophytes et les Mousses apparaissent. Mais la conquête des continents se fait notamment avec le développement des plantes formées d'un système racinaire, de tiges et de feuilles, mais sans fleur ni graines, la propagation se faisant par différents moyens. Au Carbonifère les forêts sont très présentes dans la zone tropicale.

Qui sont les habitants de ces forêts ?

- Des insectes, en grande quantité, car ils ont été les premiers à conquérir le ciel. Parmi eux certains atteindront le gigantisme (des libellules primitives de 70 cm comme Meganeura).
- Des vertébrés.

## Bassin de la Mure

Dans le bassin de la Mure, la flore est abondante et diversifiée, on a même défini le géotype d'une espèce de fougère : *Pecopteris lamurensi*, en revanche la faune est beaucoup plus limitée : débris de poissons d'eau douce, lamellibranches, petits crustacés, empreintes d'ailes d'insectes. Pour bien comprendre les caractéristiques du bassin houiller il faut voir sa dynamique sur une très longue période, malheureusement un temps très long (environ 60 Ma) ne nous est plus accessible, comme on peut le constater à la discordance des Chuzins, toutes les traces de la fin du Carbonifère et de la totalité du Permien ayant disparues. On pense aujourd'hui que l'accident médian de Belledonne générateur du bassin a fonctionné encore pendant une grande partie du Permien.

Pendant l'approfondissement du bassin par subsidence du fait de son remplissage progressif d'argiles, de grès et de couches de matière organique végétale qui donneront le charbon, sa géométrie va être modifiée, de séismes en séismes lors de la progression des failles.

Ce contexte a été en même temps une chance et un problème (impossibles à pondérer). Une chance puisque ces déformations, enfoncement de couches, fermeture partielle, ont pu préserver des couches que l'on a pu exploiter. Un problème, car le bassin est très déformé, l'exploitation butte sur des failles et les couches ont un pendage marqué.



**En résumé on peut raisonnablement proposer le scénario suivant :**

- Dans la dernière partie du **Wesphalien**, formation du bassin et début du remplissage, pas de Houiller mais des conglomérats et des grès.
- Pendant le début du **Stéphanien** c'est le Houiller productif
- Pendant la suite du **Stéphanien**, dont il ne reste plus de traces, que s'est-il passé ? Probablement comme au stade précédent, dépôt de Houiller productif avec les alternances de grès, schistes et couches de matière organique.
- Pendant le **Permien**, totalement absent sauf aux Rouchoux (grès rouges), par comparaison avec d'autres endroits, on peut supposer qu'au début le Houiller continue, puis il disparaît sous l'effet du changement de climat. Les produits du démantèlement s'entassent et sont transportés plus loin par les crues des torrents, l'érosion continuant va finir par affecter les couches de Houiller. Les failles continuent leur décrochement et déforment le bassin.
- Fin du **Paléozoïque**, le calme revient, l'accident médian a terminé son déplacement, mais sur le sol émergé et pénéplané, l'érosion continue.
- Pendant une bonne partie du **Trias** la région reste émergée donc en position d'érosion alors que la mer triasique baigne depuis le début les régions plus au nord-est.
- A la fin du **Trias moyen** la mer arrive pour une très longue période pendant laquelle les dépôts sédimentaires vont enfoncer le Carbonifère, le charbon va lentement s'élaborer. Les différentes couches vont se compacter, d'un facteur 3 pour les grès mais jusqu'à un facteur 10 pour le charbon. Une couche actuelle de 1 mètre correspond au départ à 10 mètres de matière organique.
- **L'orogénèse alpine**, le plissement des strates, l'empilement des structures portent les filons houillers en profondeur induisant une augmentation des températures. Ces nouvelles conditions accentuent l'enrichissement en Carbone à l'origine de **l'antracite**. Puis, les glaciations successives et l'érosion qui en découle vont remonter cet houiller pour ce qui en a permis l'exploitation.

# Informations pratiques

## Muséum de Grenoble

1 rue Dolomieu  
38000 Grenoble

## Le Muséum vous accueille :

Tous les jours de la semaine de 9h15 à 12h et de 13h15 à 18h. Les week-ends et jours fériés de 14 à 18h.

Le muséum est fermé tous les lundis, les 1er mai, 25 décembre et 1er janvier.

## Toutes nos activités sur :

[www.museum-grenoble.fr](http://www.museum-grenoble.fr)

[facebook.com/museumdegrenoble](https://facebook.com/museumdegrenoble).

## Contact, réservation :

04 76 44 05 35 (accueil)

04 76 44 95 41 (réservation)

[reservation.museum@grenoble.fr](mailto:reservation.museum@grenoble.fr)

**Professeur relais :** [michel.eynard@ac-grenoble.fr](mailto:michel.eynard@ac-grenoble.fr)

(Contactez notre prof relais D.A.AC pour tout montage de projet en lien avec l'exposition temporaire)

## Les coulisses du Muséum :

Le blog d'Eulalie :

<http://www.echosciences-grenoble.fr/communautés/de-mémoire-d-elephant>

## Accès :

TRAMS A (arrêt Verdun/Préfecture) et C (arrêt Hôtel de Ville) BUS C1 / T80 / T83 / T84 / T86

Lignes Transisère : X01 et X02 : Arrêt Hôtel de ville

# Ressources documentaires

## Collections exposées et partenariats

· **Les fossiles** : la très grande majorité des pièces exposées sont issues des collections du Muséum. Point de départ de l'exposition, un partenariat avec la commune de Vaulnaveys-le-Bas, autour d'un site fossilifère toujours en cours de fouille, a permis d'enrichir considérablement la collection alpine du Carbonifère du Muséum. D'autres fossiles sont issus de gisements houillers du nord de la France. Cette exposition n'aurait pu être réalisée sans des donations exceptionnelles constituées de fossiles du Carbonifère. Il s'agit des collections de Bruno Vallois (également bénévole du Muséum) et d'Hervé Duquesne. A noter également, les donations répétées de Didier Rastel, également bénévole du Muséum.

Des prêts ont été consentis par le Muséum d'Autun, dont la collection de faune de la période présentée est reconnue.

· **Les moulages et reconstitutions** font l'objet de partenariats avec le Muséum National d'Histoire Naturelle notamment. Ils permettront de représenter et de rendre lisibles les fossiles de la faune du Carbonifère. Ainsi, la modélisation 3D d'un spécimen majeur de la collection du Muséum puis sa sortie en impression 3D articulée longue de 1.20 m ont été rendues possible avec le concours de la plateforme GINOVA, Grenoble INP-UGA. La présentation de la reconstitution en 3D à l'échelle d'un Arthropleura est une première française.

· Un partenariat avec **La Mine Image**, musée minier situé à la Motte d'Aveillans, a permis d'enrichir la dernière partie sur les gisements alpins de charbon. Autour d'une galerie construite par les anciens mineurs de ce gisement d'antracite dont l'exploitation s'est arrêtée en 1997, des objets issus du fonds du musée seront exposés.

## Appuis scientifiques

Cette exposition a été préparée avec le soutien de Bruno Vallois et Didier Rastel, paléontologues bénévoles au Muséum de Grenoble. Elle a également bénéficié du concours de Sylvain Charbonnier (MNHN), Olivier Béthoux (MNHN), André Nel (MNHN), Jörg W. Schneider (Ecole des mines de Freiberg Allemagne), Ilja Kogan (Naturkunde-Chemnitz-Allemagne), Mickaël Lheritier (Université Claude Bernard, Lyo



## Équipe impliquée dans la préparation de l'exposition

### **Direction**

Rebecca Bilon

### **Coordination**

Claudie Durand

### **Conception des contenus et rédaction des textes**

Philippe Candegabe,

Claudie Durand,

Charlotte Fetiveau,

Matthieu Lefebvre,

Didier Rastel

Bruno Vallois

### **Scénographie**

Claudie Durand

### **Conception et construction du mobilier et agencement**

Mathieu Gonzalez

### **Mise en place des éclairages et des vidéos**

Jean-Luc Guillot

### **Communication**

Sonia Papagno

### **Contacts Médiation**

Marion Bourdat

Cyrille Demarcq

Mohamed Moktar -

Pascal Decorps

### **Prestataire graphisme**

Perluette & Beaufixe

Marion Boucharlat (illustrations, affiche)

### **Prestataire impression et pose**

P2X

### **Prestataire fresque**

Mural Studio