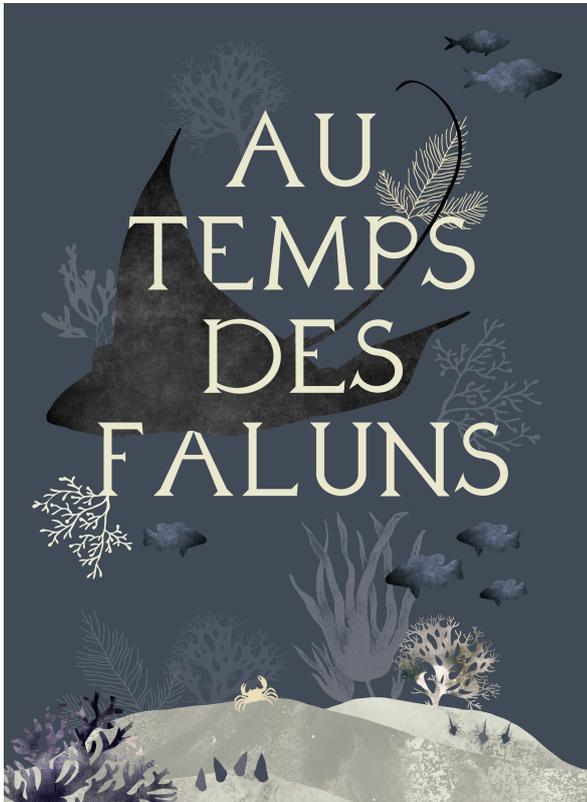


AU TEMPS DES FALUNS



Le falun, cette roche sédimentaire composée de très nombreux fossiles, est caractéristique de l'Anjou et se lit comme un livre ouvert par les paléontologues.

L'exposition *Au temps des Faluns* initie chaque visiteur à la géologie et le plonge dans un paléoenvironnement vieux de 15 millions d'années. Les nombreux fossiles, moulages et squelettes d'animaux dévoilés, sont une invitation au voyage et soulèvent des interrogations sur la biodiversité passée.

À travers mythes et réalités scientifiques, cette exposition originale présente également le falun comme ressource pour l'Homme.

Frises murales colorées, ambiances sonores, objets à toucher... l'exposition vous offre une balade sensorielle dans le passé.

Informations pratiques

Exposition visible du 19 mai 2021 au 20 février 2022

Contact – Renseignements – Réservations

Service culturel pour les publics

> serviceculturel.musees@ville.angers.fr

> 02 41 05 38 38

(lundi-mardi et jeudi-vendredi / 10h-12h et 14h-17h)



Dossier conçu par Corinne BAQUÉ et Stéphane LORET
Enseignants de sciences et vie de la terre et d'arts plastiques,
Coordonnateurs pour les musées d'Angers,
Mars 2021

Pourquoi visiter l'exposition avec une classe ?

Venir au Musée des Beaux-Arts visiter une exposition montée par le Muséum des sciences naturelles, c'est déjà croiser les disciplines et orienter l'élève vers un projet d'Éducation Artistique et Culturel. *Au temps des Faluns* peut se découvrir avec de multiples regards : scientifique en observant les divers fossiles exposés, artistique d'un point de vue scénographique, littéraire par l'invitation au voyage dans le temps et les mystérieuses découvertes qu'on y fait. En immersion dans le passé, l'élève sera mis en situation de recherche et de questionnement dans cette exposition scientifique qui offre une approche pédagogique des faluns.

La visite est adaptée aux classes de cycles 2, 3 et 4 ainsi qu'au lycée et s'inscrit dans les nouveaux programmes officiels 2020 de l'Éducation Nationale.

Contenu de l'exposition

Visiter l'exposition permettra à l'élève :

> de comprendre **la géologie des faluns et la notion de régimes alimentaires** en s'initiant au numérique avec :

- deux **films d'animation** : un sur les notions de transgressions marines et un autre sur le processus de fossilisation.

- Des **écrans tactiles** mettant en lien les types de dents et les aliments consommés chez les requins et les raies actuelles.

- Un **bac à sable à réalité augmentée** permettant de modéliser en 3D et en temps réel un paysage.

> d'appréhender la **biodiversité** au temps des faluns avec :

- un zoom sur la faune du Miocène, notamment celle d'Anjou-Touraine. L'exposition nous guide dans la diversité des fossiles trouvés (Foraminifères, Spongiaires, Cnidaires, Mollusques, Bryozoaires, Arthropodes, Échinodermes, Vertébrés) et la représentation des écosystèmes passés (marins, pélagiques, marécages, prairies, forêts...). Quelques fossiles de la flore (difficilement conservables, donc rares) sont également présentés.

- des pièces plus volumineuses : un moulage d'une mâchoire de mégalodon, des squelettes composites de *Metaxytherium*, de rhinocéros et de baleine, la représentation à taille réelle de la partie avant d'un *Prodeinotherium*.

> de découvrir **les relations entre le falun et les Hommes** grâce à une maquette et diverses illustrations sur :

- Le falun, autre roche identitaire de l'Anjou

- Les habitats troglodytiques

- L'exploitation du falun

- L'architecture

- Le falun et les mythes associés

> de devenir un **paléontologue en herbe** en cherchant et en déterminant les fossiles qu'ils trouveront dans le chantier de fouille

> **d'éveiller ses sens avec une scénographie originale** (frises murales colorées, ambiances sonores, objets à toucher...)

Interrogations possibles sur

la biodiversité passée, actuelle et future - la reconstitution des paléoenvironnements – les mécanismes de fossilisation – la détermination des fossiles – la classification - le métier de paléontologue – les roches et l'architecture en Anjou – les mythes et légendes autour des fossiles.

Ressources utilisables

Catalogue : *Au temps des Faluns*, guide de la faune du Miocène d'Anjou-Touraine

Livres : - *Fossiles et croyances populaires* d'Eric Buffetaut – Cavalier bleu Eds
- *Le supercontinent, une histoire naturelle de l'Europe* de Tim Flannery – Editions Flammarion

Vidéo Lumni : *Monstres disparus : le mégalodon, un parent géant fossile du grand requin blanc*

Sites troglodytiques : - *Le mystère des faluns*, Les Perrières – 49700 Doué-En-Anjou
<https://les-perrieres.com/>
- « Troglodytes et sarcophages » - 49700 Doué-En-Anjou
<https://troglo-sarcophages.fr/>

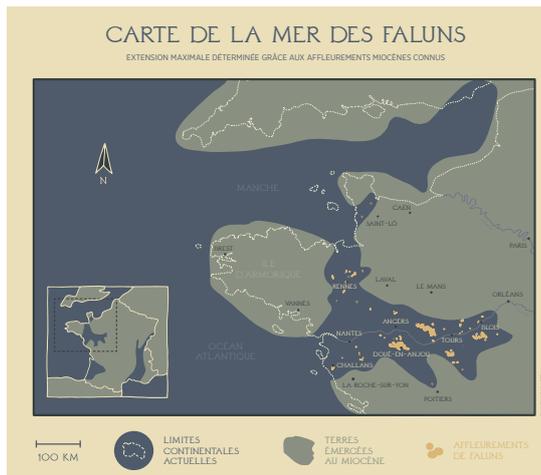
Quelles questions peut-on se poser sur les faluns ?

1. Le falun, qu'est-ce que c'est ?

C'est une roche sédimentaire biodétritique marine du Cénozoïque, riche en débris coquilliers, le plus souvent friable et peu cimentée.



2. Où trouve-t-on encore du falun dans le Nord-Ouest de la France ?



La Vendée, l'Anjou, la Touraine, le Blésois et le pourtour de la Bretagne contiennent des lentilles géologiques de falun. Ce sédiment a été déposé par la mer du même nom qui formait alors un golfe gigantesque dans ce qui n'était pas encore le Val de Loire.

En Anjou, on trouve des faluns au Nord-Est du département, du côté de Baugé et de Noyant (ces faluns continuent en Indre et Loire, et sont appelés Faluns de Touraine) et également au Sud-Est de la Loire, en de nombreuses localités comme Doué-la-Fontaine, Aubigné-sur-Layon, Savigné...

3. En quoi le falun est-il une roche identitaire de l'Anjou ?

On connaît une exploitation du falun depuis l'époque mérovingienne (fabrication de sarcophages). Selon l'induration de la roche, son extraction et son utilisation peuvent être différentes :

- Les faciès friables sont extraits à ciel ouvert et servent de couverture pour les sols et les chemins.
- L'extraction des faciès plus cimentés donne naissance à des caves cathédrales (pouvant servir de maisons troglodytiques) et les blocs obtenus sont utilisés comme pierre à bâtir.

Les fouilles se réalisent dans des **carrières** le plus souvent privées. Il faut donc l'**autorisation** du propriétaire qui, pour tout prélèvement, est soumis à des **conditions de sécurité**.

4. Quels sont les mythes et légendes autour du falun ?

La paléontologie, science de l'étude des fossiles, est née à la fin du 18^e siècle. Mais de tout temps les Hommes ont été intrigués par ces « étranges objets ». Les faluns ont été une source d'inspiration pour les mythes et légendes.

Par exemple, dans l'imaginaire des gens, les nombreuses dents de requin retrouvées dans la roche étaient en



Languiers présentant des glossopètres

fait des langues pétrifiées de serpents et avaient un pouvoir de guérison contre leurs morsures.

Les dents de dorades, en forme de bouton et appelées « crapaudines », provenaient de la tête des crapauds et servaient de remèdes pour l'épilepsie et contre certains poisons...

Les faluns ont également alimenté la littérature comme avec les aventures de Gargantua, célèbre héros de François Rabelais qui aurait trouvé l'origine de la roche : « *Le géant Gargantua revenant de l'Atlantique, aurait nettoyé ses bottes crottées non loin de Doué, dispersant ainsi des coquilles dans toute la campagne* ».

5. À quelle période géologique ont eu lieu les dépôts de faluns ?

Cette roche s'est formée au Miocène, période géologique du Cénozoïque. Les faluns de notre région se sont plus précisément formés entre -15,8 et -7,2 millions d'années.

6. Dans quel contexte se sont formés les faluns ?

La mer des Faluns est en fait un bras de l'océan Atlantique à l'ère Tertiaire. Cette mer chaude envahit l'Ouest de la France qui forme alors une cuvette et isole le massif armoricain du reste du continent.

Les faluns de l'Anjou-Touraine se sont déposés suite à trois transgressions successives s'étalant sur le Miocène moyen et supérieur (avec une transgression maximale au Miocène moyen)

La mer des Faluns était peu profonde mais avec localement de violents courants marins.

PRD.	EP.	ÉTAGES TERRESTRES	MN*	ÂGE (MA)	ÉTAGES MARINS	FORMATIONS	
PLIOCÈNE	SUP.	Villafranchien	MN17	2,5	Plaisancien	Sables rouges	
			MN16	3,2			
	INF.	Redonien	MN15	4,2	Zancéen		
			MN14	4,9			
MIOCÈNE	SUPÉRIEUR		MN13	5,333	Messinien (Redonien)	Faluns Redonien	
		Turolien	MN12	7,246			
			MN11	7,75	Tortonien (Pontien)	Faluns d'Anjou de la Touraine et du Blésois	
			MN10	8,7			
		Vallésien	MN9	9,7			
			MN8	11,1	11,63		
		MN7	12,5-13				
		MN6	13,8	13,82	Serravallien (Helvétien)		
	MOYEN			MN5	15,97	Langhien (Helvétien)	Sables de la Sologne et de l'Orléanais
				MN4	16,6-17,2		
				MN3	20	20,44	
	INFÉRIEUR			MN2	22,3		Calcaire de la Beauce
				MN1	23,8	23,3	
						Orléanien	

7. Quels types de fossiles trouve-t-on dans les faluns ?

Le processus de fossilisation au sein des faluns a rarement été propice à la conservation des végétaux contemporains du Miocène. Ceci explique la rareté de végétaux fossiles retrouvés.

Les fossiles retrouvés dans les faluns sont très nombreux.



Bois de conifère avec galerie de larve d'insecte (Hyménoptère, Siricidae)
Paumny (57)
Collection D. Poulet

> Ils sont caractéristiques d'un milieu littoral ou marin :



Les Bryozoaires, êtres microscopiques vivant en colonies, sont les principaux constituants des faluns. Ils étaient très diversifiés et formaient d'importantes constructions contrairement aux coraux qui étaient petits et moins nombreux. La mer des Faluns était donc relativement chaude (20°C +/- 2°C) mais pas assez chaude pour que les coraux y forment de grands récifs.



Retepora applicata
Doué-la-Fontaine (49)
MHAN.2020.0.2782

> Ou appartiennent à des **vertébrés terrestres** :



Les fossiles des faluns sont très nombreux et variés. Ils ont donc un intérêt scientifique pour les paléontologues qui étudient les anciens organismes avec à la fois l'œil du géologue et du biologiste. Dans les muséums, on procède à l'étiquetage des fossiles en les classant par localité et par groupe taxonomique. On leur ajoute également un numéro d'inventaire. C'est le principe de l'actualisme qui est utilisé pour la reconnaissance des fossiles.

À noter que la biostratigraphie (datation des sédiments à partir des fossiles) est généralement basée sur l'évolution de la faune marine. Mais l'étude des fossiles du Néogène, notamment dans les faluns, a permis de définir une échelle biostratigraphique qui s'appuie sur l'anatomie comparée des mammifères (Echelle MN pour Mammifères Néogènes).

8. Qu'est-ce que la fossilisation ?

La fossilisation est un phénomène **exceptionnel**. Les fossiles ont généralement l'âge de la roche qui les entoure. Les étapes et les conditions propices à la fossilisation sont les suivantes :

> Temps court (une centaine d'années)

> Conditions particulières :

- Protection de la partie qui se fossilisera contre les dégradations (intempéries, décomposition, dégradation par les animaux). Elle doit donc être rapidement recouverte par les sédiments.

- Conditions physico-chimiques particulières :

- . peu d'oxydation pour que les parties organiques « molles » puissent se fossiliser

- . une certaine profondeur d'enfouissement (la température et la pression ne doivent pas dégrader le fossile)

- . une eau riche en éléments minéraux qui vont, petit à petit, modifier les parties organiques de l'être vivant : C'est le **principe de minéralisation**.

L'érosion et les plissements de terrain permettront la découverte de certains fossiles. Dans les faluns, un fossile est donc la trace d'un être vivant devenue minérale. Les fossiles sont le constituant principal des faluns. On observe :

- Des **conservations partielles** : les parties minérales de l'animal sont conservées tout en étant modifiées (os, dents)

CARCHARIAS
ACUTISSIMA

Dent
Bassin de Savigné-sur-Lathan (49/37)
MHAN.2018.0.1972



Conus et Colleporia
Doué-la-Fontaine (49)
MHAN.2020.0.2789

- Des **empreintes** (du corps ou du squelette) ou des **moules internes** qui montrent la partie interne de la coquille par induration des sédiments qui y sont entrés

- Des **conservations de traces d'activités** ou **ichnofossiles** (déplacements, terriers, déjections, pontes...)

Les paléontologues ont également retrouvé dans les faluns, des fossiles d'êtres vivants ayant disparu bien avant le Cénozoïque et qui n'ont donc pas l'âge de la roche qui les entoure ! Il s'agit du **phénomène de remaniement** : la mer des Faluns a permis une sédimentation durant le Miocène mais elle a également arraché des sédiments aux couches préexistantes lors de son arrivée.

Le mélange des sédiments anciens et récents permet donc de retrouver des fossiles contemporains du Tertiaire et des fossiles plus anciens.



9. Quels liens peut-on faire entre géographie, climat, paysage et évolution de la faune et de la flore au temps des faluns ?

> Contexte avant les premières transgressions marines

Le **Miocène inférieur** est marqué par un réchauffement du climat et une élévation du niveau marin. Aucune glace ne vient couvrir les pôles. Les plaques continentales ont à peu près leur position actuelle. L'Europe a alors le climat du Sénégal d'aujourd'hui et on y trouve principalement un biotope forestier. Ces conditions sont optimales pour le **développement et la dispersion sur tous les continents des mammifères** dont les ordres modernes se sont déjà fortement diversifiés grâce au vide écologique laissé par la disparition des dinosaures lors de la crise crétacée-paléocène (- 65 Ma).

> Contexte lors de la première transgression de la mer des Faluns

Le **Miocène moyen** est caractérisé par un refroidissement des températures et un contraste saisonnier plus marqué (hivers plus rudes et été secs). La glace se développe aux pôles.

Cette modification climatique aura des répercussions sur :

- Les paysages et donc l'évolution des espèces : On passera d'un paysage de forêts à celui d'une savane arborée. Les animaux les mieux adaptés seront sélectionnés (voir zoom sur l'évolution des équidés)

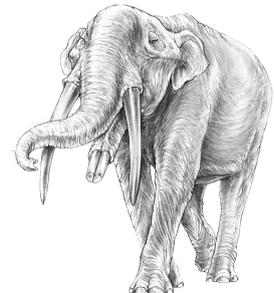
- Les courants océaniques et la dynamique des océans : On verra apparaître le phénomène de gigantisme chez certains mammifères marins (voir zoom sur le gigantisme des baleines)

Certaines lignées arriveront jusqu'à nous avec des modifications évolutives, d'autres s'éteindront :

- Les **créodontes**, comme *Hyanailouros sulzeri* retrouvé dans les faluns, sont un exemple d'ordre éteint. Ils ont pourtant été des prédateurs dominants de grande taille et exclusivement carnassiers. Supplantés par les carnivores moins spécialisés dans leur régime alimentaire, plus petits et plus rapides, ils s'éteindront au pléistocène.



- Le groupe des **Proboscidiens** (littéralement, « porteurs de trompe »), représenté aujourd'hui par les Éléphants avec deux espèces africaines et une espèce asiatique, a été beaucoup plus diversifié dans le passé. Trois espèces sont présents dans les faluns d'Anjou-Touraine, ils appartiennent aux genres *Gomphotherium*, *Zygodon* et *Deinotherium*.



Zoom sur l'évolution des équidés

L'évolution de la famille des équidés (chevaux, ânes, zèbres, onagres et fossiles associés) est à mettre en relation avec les **grands changements géologiques et climatiques** qui se sont déroulés durant l'**ère Cénozoïque**. Cette histoire commence en Amérique du Nord il y a environ -55 millions d'années, époque à laquelle l'Europe et l'Amérique du Nord n'étaient pas encore séparées. Après l'ouverture de l'Océan Atlantique, il y a environ -45 millions d'années, l'évolution des équidés a suivi des voies différentes en Europe et en Amérique.

L'histoire du cheval et de sa famille est connue grâce aux nombreux fossiles retrouvés. Les **dents** fossilisées nous donnent des renseignements sur le **mode d'alimentation** et les **os** sur le **mode de locomotion**. Il s'agit d'une **évolution buissonnante** qui s'est essentiellement faite en Amérique du Nord d'où sont parties plusieurs vagues de migrations en direction de l'Eurasie et de l'Amérique du Sud.

Il y a -25 millions d'années, un changement climatique a conduit au remplacement d'un biotope forestier et riche en feuilles à un biotope de prairies plus ouverts et couverts de graminées. Les Équidés se sont alors adaptés. Plusieurs espèces ont coexistées mais on observe, de l'Éocène au Miocène supérieur, un accroissement de la taille ainsi que des modifications de l'appareil locomoteur et de la denture :

- **Adaptation à la course en milieu découvert pour échapper aux prédateurs** : augmentation de la taille des animaux, allongement des membres, pertes des coussinets plantaires, redressement, allongement des doigts et réduction de nombre de doigts jusqu'à l'apparition d'un sabot unique (diminution de la surface de contact avec le sol).

- **Adaptation à une nourriture constituée d'herbes plus abrasives que les feuilles** : Remplacement des dents à croissance limitée par des molaires hautes à croissance continue avec un ciment protégeant la racine dentaire.

Les chevaux actuels du genre *Equus* sont apparus en Amérique du Nord et, il y a -2.5 millions d'années ont traversé le détroit de Béring pour se répandre en Eurasie et en Afrique. Il y a 8 000 ans, les espèces du genre *Equus* se sont éteintes en Amérique. Les espèces actuelles du continent américain sont donc le fruit d'une réintroduction par les conquistadors.

Zoom sur les grands mammifères marins des faluns

On retrouve deux grands types de mammifères marins dans les faluns de notre région :

- Les Siréniens : avec le *Metaxytherium medium*, ancêtre des dugongs et cousin des lamantins actuels
- Les Cétacés : Odontocètes (cétacés à dents) et Mysticètes (baleines à fanons)

> Le *Metaxytherium*, une espèce disparue

Le *Metaxytherium medium* est une espèce éteinte de mammifère marin de l'ordre des Siréniens ayant vécu au cours du Miocène. Le spécimen exposé est un composite, c'est-à-dire que son squelette a été reconstitué à partir d'ossements venant de plusieurs individus de la même espèce. Dans les faluns, on retrouve des dents isolées, parfois des vertèbres mais surtout des côtes de cet animal. Ceci s'explique par le fait que, spécifiquement chez le *Metaxytherium*, les côtes se sont alourdies pour lui permettre de rester au fond de l'eau et de brouter plus facilement les algues. Elles se conservent donc mieux.

L'étude de son squelette permet d'aborder les notions **d'analogie** et **d'homologie** et de **convergence**. Le *Metaxytherium* est un mammifère, il illustre donc le **retour à l'eau** de certains spécimens de ce groupe.

Ses palettes natatoires, composées de 5 phalanges, montrent une **homologie avec la main des mammifères terrestres**. Ce caractère présente la même organisation générale et la même origine embryonnaire. C'est donc un **caractère utile pour établir un lien de parenté**.

Par contre, on observe une **analogie avec les nageoires des poissons** puisque les deux organes servent à nager. Mais cette fonction n'est pas pertinente pour établir des liens de parenté.

Enfin, la **forme hydrodynamique** observée chez les espèces marines et qui permet une nage fluide et rapide est une **convergence évolutive qui présente une utilité pour le déplacement**.

> Le gigantisme des baleines

Le Miocène connaît une diversification et une augmentation de taille des mysticètes. Ce phénomène serait lié à une **nouvelle dynamique des océans**. En effet, la dernière partie du Miocène est marqué par un **refroidissement du climat et la formation, dans l'hémisphère nord, de grandes calottes de glace. Les courants océaniques et atmosphériques se modifient**. La distribution du plancton dans les océans est également modifiée : le plancton, qui était jusque-là dispersé dans l'océan, se retrouve piégé dans la glace en hiver. Au printemps et en été, il est libéré. Emporté par les courants océaniques, il se concentre sur les côtes de façon saisonnière. Ces accumulations de nourriture sont parfois séparées par des milliers de kilomètres.

La **sélection naturelle** agit alors, car, être géant devient un avantage :

- ces animaux ont davantage de réserves pour voyager sur de longues distances,
- ils se retrouvent au sommet de la chaîne alimentaire et sont donc moins sujet à la prédation,
- leur immense bouche leur permet de capturer, en une fois, une grande quantité de nourriture.

Petit lexique facile...

Ère géologique : Unité de temps fixée par les géologues. Le passage d'une ère à une autre correspond généralement à une extinction massive d'êtres vivants.

Miocène : période géologique s'étendant d'il y a environ -23 Ma à -5 Ma et faisant partie de l'ère Cénozoïque (anciennement appelée ère tertiaire).

Fossile : Trace d'un être vivant devenue généralement minéral.

Fossilisation : Ensemble des processus qui permettent à une partie ou une trace d'organisme vivant d'être conservée et le plus souvent minéralisée.

Stratigraphie : Étude des différentes couches de roches (strates) qui se superposent au fil du temps. Cette discipline permet de retracer l'histoire d'une région.

Transgression marine : Envahissement durable de zones littorales par la mer, dû à un affaissement des terres émergées ou à une élévation générale du niveau des mers.

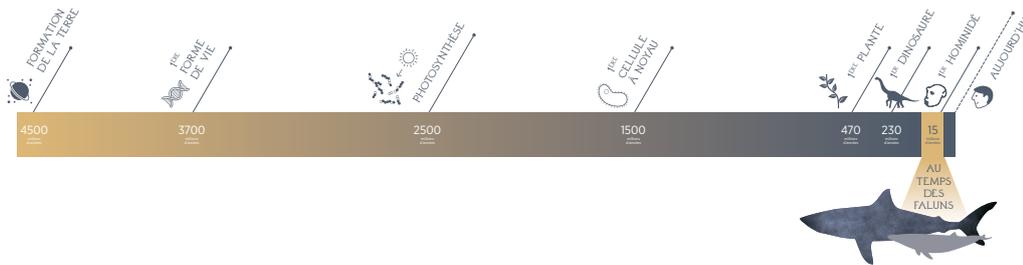
Affleurement : Endroit où les roches du sous-sol sont visibles en surface

Quelles activités avec les élèves pendant la visite ?

Découvertes, questionnements et hypothèses émergeront des élèves durant la visite de l'exposition. Les éléments de réponses se trouveront alors sur les cartels, les frises, les vidéos et tous les autres supports visibles.

Pistes SVT cycle 3 / cycle 4

> À partir de la frise géologique à l'entrée de l'exposition



1. Comment lit-on cette frise géologique ?

On la lit de la gauche vers la droite. Le temps est exprimé en millions d'années. Les indications notées à droite de la frise sont donc les plus récentes.

2. Quand s'est formée la planète Terre ?

Elle s'est formée il y a 4500 millions d'années soit 4,5 milliards d'années

3. L'exposition montre des fossiles retrouvés dans les faluns. Peux-tu donner un chiffre approximatif pour dater ces fossiles ?

L'exposition Au temps des Faluns réunit des fossiles datés d'approximativement -15 millions d'années.

4. Tous les dinosaures se sont éteints il y a -65 millions d'années. Les géologues ont-ils trouvé des fossiles de dinosaures contemporains des faluns ? (qui vivaient à l'époque des faluns ?)

Non, tous les dinosaures étaient morts quand s'est formée la mer des Faluns. Par contre les géologues ont parfois retrouvé des parties d'un squelette de dinosaure dans les faluns (donc plus ancien que la roche) : c'est ce qu'on appelle le phénomène de remaniement.

5. Pouvait-on trouver des hommes d'aujourd'hui au temps des faluns ? Pouvait-on trouver des espèces proches des grands singes et de l'Homme ?

Les hommes d'aujourd'hui (Homo Sapiens) n'existaient pas encore mais il y avait le dernier ancêtre commun des grands singes et des hominoïdes.

> À partir de la carte

6. Situe-toi sur la carte. La mer des Faluns existe-t-elle toujours aujourd'hui ?

Si la mer des faluns était actuelle, nous serions sous l'eau à Angers ! Par contre les faluns sont une preuve de son existence et les fossiles retrouvés à l'intérieur nous permettent de reconstituer la faune de l'époque (et dans une moindre mesure la flore – peu de fossiles retrouvés) : on parle alors de paléoenvironnement.

7. De quel océan cette mer était-elle le prolongement ?

C'est l'océan Atlantique qui a envahi la région

8. Dans quelle commune du Maine-et-Loire peut-on encore observer du Falun ?

On peut voir du falun sur le terrain à Douée-en-Anjou, notamment dans la ville de Doué la Fontaine.



> À partir du film d'animation « fossilisation » (Fiche en annexe)

> À partir des frises murales (marine et/ou terrestre)

9. Quels éléments du paysage te donnent des indices sur le climat du Miocène en Anjou ?

La faune et la flore dessinées nous font penser que le climat devait être plutôt chaud : sur la frise terrestre, on aperçoit des palmiers. Si on compare les animaux représentés aux espèces actuelles (éléphants, singes, zèbres...), cela conforte notre idée.

10. Quels animaux penses-tu reconnaître ? (quels sont ceux qui ressemblent aux espèces actuelles ?)

Quels animaux ne ressemblent pas aux espèces actuelles ? Comment les nomme-t-on ?

Retrouve-les dans le musée et fais une photo d'un reste ou d'une partie de chaque animal.



> À partir de la maquette du *Prodeinotherium*

11. Quels indices te font penser que le *Prodeinotherium* ressemble aux éléphants actuels ?

Trompe, défenses, silhouette de l'animal.

12. Quels sont les différences ?

Taille supérieure, localisation des défenses, trompe plus courte, cou plus long.

13. Quels sont les parties de l'animal retrouvées dans les faluns ?

Les dents, car elles sont très dures et se conservent donc mieux. C'est également le cas des défenses, de la mâchoire et des os du squelette.

14. D'après-toi, quel était son régime alimentaire ? Herbivore

> EPI (Fiches en annexe)

Pistes SVT 3^{ème} / Lycée

> Bac à sable numérique (Fiche en annexe)

> Distinguer certains caractères anatomiques mis en jeu dans l'évolution des Équidés

1. Observation des dents d'*Anchitherium* et d'*Hipparion* : Noter la complexification des couronnes dentaires et l'allongement des molaires qui sont à mettre en relation avec un régime alimentaire passant des feuilles aux graminées plus abrasives.

2. Observation du nombre de doigts présents à l'extrémité de la patte antérieure des deux équidés : Noter la réduction du nombre de doigts qui est à mettre en relation avec la variation de l'environnement.

Hipparion (Mammifère – Polydactyle – Hypsodonte - Onguligrade)

Hipparion est apparu en Amérique du Nord il y a environ -15 millions d'années, au Miocène. Vers -11 millions d'années, il a migré en Europe, Asie et Afrique par le détroit de Béring. Il ressemblait beaucoup au cheval actuel mais possédait encore 3 doigts. Il devait mesurer 1.4m au garrot. La structure de ses dents atteste d'une alimentation composée exclusivement de graminées. Ce genre s'est éteint il y a environ -2 millions d'années du fait de la concurrence avec les chevaux possédant un seul doigt.



Hipparion primigenium
Molaire supérieure
Pontigné (49)
MHNA 2020.0.296



Hipparion primigenium
Molaire inférieure
Noyant-sous-le-Lude (49)
MHNA 2020.0.296

Anchitherium (Mammifère – Polydactyle – Brachyodonte – Coussinet plantaire)

Anchitherium est un genre éteint d'Équidés qui vivait il y a approximativement -20 millions d'années durant le Miocène. Parti d'Amérique du Nord, c'est le premier à migrer vers l'Europe via le détroit de Béring. Adulte, il mesurait 60 cm au garrot. Ses dents, à couronnes basses et à croissance limitée, traduisent le fait que c'était un brouteur de feuilles tendres. Adaptés aux milieux forestiers, la taille de ses pattes et de ses trois doigts qui s'appuyaient au sol par un coussinet fibreux arrière ne favorisaient pas une grande vitesse de course mais permettaient un changement de direction rapide. Il a été supplanté il y a -15 millions d'années par des espèces plus adaptées aux prairies, réponses au changement de climat qui s'est opéré au début du Miocène.



Anchitherium aurelianense
Dents
Bassin de Savigné-sur-Lathan (37-49)
MHAN 2018.022

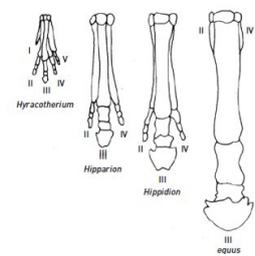
3. De retour en classe

- Étude de la lignée buissonnante des équidés (arbre phylogénétique) en s'appuyant sur les observations faites au musée concernant l'évolution de l'extrémité de leur patte antérieure.

Comprendre le lien entre changement géologique, climatique, caractère évolutif et sélection naturelle.

- Comprendre que les causes des extinctions sont toujours multiples : changements climatiques, concurrences avec d'autres Ongulés, apparition de nouveaux prédateurs.

Évolution de l'extrémité de la patte antérieure chez les équidés



> Distinguer les cas d'homologie des cas d'analogie fonctionnelle : Comparaison du squelette de *Metaxytherium* avec celui d'un autre vertébré

1. Observer les os composant la palette natatoire du *Metaxytherium* et la comparer à un membre d'un autre vertébré (membres de la tortue ou patte du rhinocéros par exemple) : Observation de la même structure. De simple modification dans les proportions ou le positionnement des os suffisent à en changer la fonction (nage/marche)

2. Observer la forme du corps du *Metaxytherium* et la comparer à celui d'un poisson (Barracuda par exemple). Observer également la nageoire de ce dernier : Même forme aérodynamique pour faciliter la nage, ressemblance des membres permettant la nage (nageoire/palette natatoire). On parle ici d'analogies et de convergences évolutives pour expliquer les ressemblances qui rendent une structure ou un organe plus efficace dans un milieu donné alors que l'origine est différente.

> Gigantisme des baleines et le retour à l'eau des mammifères

Observer le squelette composite de *Pelocetus mirabilis* (baleine à fanons). À partir du focus sur les baleines de l'exposition, étudier la lignée des cétacés.

1. Quels sont les deux groupes de cétacés ? Quelles sont leurs différences ?

Odontocètes (cétacés à dents) et Mysticètes (baleines à fanons) se sont différenciés en occupant des niches écologiques différentes. Leur régime alimentaire est différent (dents/fanons)

2. À quoi semblent dus la diversification et le phénomène de gigantisme chez les baleines à fanons ?

C'est grâce au courant circumpolaire antarctique qui en devenant plus puissant va disperser le phytoplancton. Le gigantisme permet de grandes migrations.

3. Quel était le nom de l'ancêtre des baleines actuelles ?

Il s'agit de *Pakicetus*, vertébré quadrupède et terrestre, âgé de 50 millions d'années. La question d'un retour à l'eau des mammifères qui ont donné la lignée de cétacés se pose donc ici.

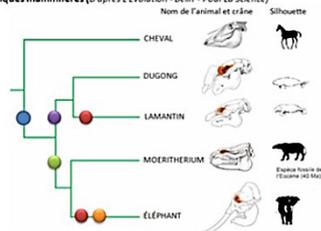
4. De retour en classe

- Le retour à l'eau des mammifères à partir de l'exemple des cétacés

Lien internet : <https://baleinesdirect.org/decouvrir/la-vie-des-baleines/morphologie/les-ancetres-des-baleines/>

- Les élèves peuvent également travailler sur le sujet suivant : innovations génétiques et liens de parenté entre quelques mammifères : des liens de parenté ont été mis en évidence entre des mammifères terrestres (cheval, éléphants) et des mammifères marins (dugongs, lamantins). Ceci permet d'étudier la phylogénie avec les innovations évolutives ainsi que le retour à l'eau des mammifères.

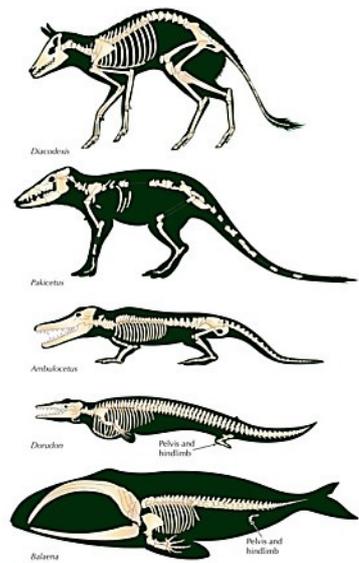
a. Phylogénie de quelques mammifères (D'après L'Évolution - Belin - Pour La Science)



b. Tableau de caractères chez quelques mammifères

	Remplacement dentaire	Position de l'orbite rapport au crâne	Forme de l'os tympanique	Trou auditif externe circonscrit ou non par l'os squamosal	Position des fosses nasales par rapport aux orbites
Cheval	vertical	en arrière	non en goutte	Non circonscrit	au dessous
Lamantin	horizontal	en avant	en goutte	Non circonscrit	au dessous
Dugong	vertical	en avant	en goutte	Non circonscrit	au dessous
Moeritherium	vertical	en avant	non en goutte	circonscrit	au dessous
Éléphant	horizontal	en avant	non en goutte	circonscrit	au dessus

Les états dérivés des caractères apparaissent en gras



Références aux programmes

Cycle 3 : Sciences et Technologie

> Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent.

Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes.

- Unité, diversité des organismes vivants
- Identifier les relations de parenté entre des organismes
- Identifier les changements des peuplements de la Terre au cours du temps : diversité actuelle et passée des espèces, évolution des espèces
- Appréhender l'échelle des temps géologiques

> La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement.

Caractériser les conditions de la vie terrestre

- Identifier les composantes biologiques et géologiques d'un paysage
- Notion d'écosystème
- Interaction des organismes vivants entre eux et avec leur environnement (notion de chaînes alimentaires)

> Croisement avec l'histoire des arts : se repérer dans un musée

Cycle 4

> SVT

Thème 1 : La planète Terre, l'environnement, l'action de l'Homme

Tectonique des plaques, sédimentation, transgression, exploitation et utilisation des roches du milieu par l'Homme

Thème 2 : Le vivant et son évolution

La classification du vivant

La biodiversité (diversité des espèces)

L'évolution des êtres vivants

- Relier l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants et l'évolution
- Relier, comme des processus dynamiques, la diversité génétique et la biodiversité
- Expliquer comment les phénotypes sont déterminés par les génotypes et par l'action de l'environnement
- Mettre en évidence des faits d'évolution des espèces et donner des arguments en faveur de quelques mécanismes de l'évolution.

> Français : regarder, inventer des mondes

Romans, nouvelles fantastiques, films avec un univers imaginaire...

> Arts Plastiques : La représentation

Image, réalité et fiction.

La ressemblance : le rapport au réel

> Croisement des disciplines :

- **EPI Arts plastiques-SVT** : Comment reconstituer la biodiversité au temps des Faluns à partir de l'observation et de l'étude des fossiles retrouvés dans la roche ?
- **EPI Français-Histoire des arts -SVT** : Comment les fossiles, à l'origine de certains mythes et légendes, amènent-ils à rêver et à développer l'imagination ?
- **En lien avec l'histoire-géographie** : Comment l'étude des fossiles a-t-elle permis de comprendre l'existence d'espèces passées et l'évolution des espèces ?

Lycée général : SVT

> Seconde

Thème 1 : - La biodiversité, résultats et étape de l'évolution (diversité des espèces, des écosystèmes et des individus)

- La biodiversité change au cours du temps (examen des fossiles)
- L'évolution de la biodiversité au cours du temps s'explique par des forces évolutives s'exerçant au niveau des populations (sélection naturelle, séparation géographique, ressources limitées)

Thème 2 : Les enjeux contemporains de la planète : érosion des roches et sédimentation

> Terminale, enseignement de spécialité : **Thème 2 : Enjeux planétaires contemporains**

Atmosphère, hydrosphère, climats : du passé à l'avenir (Sur les grandes durées, les traces de variations climatiques importantes sont enregistrées dans les roches sédimentaires)

Offres scolaires avec médiateur

L'exposition vous invite à explorer la faune et la flore du Miocène en Anjou à travers 500 objets : squelettes, animaux naturalisés, maquettes...et de nombreux fossiles extraits du falun, cette roche emblématique de la région. Des dispositifs numériques et interactifs permettent de comprendre la fossilisation et l'évolution du paysage de l'Ouest de la France, il y a 15 millions d'années. Vous pourrez également découvrir les diverses exploitations du falun par l'Homme et les nombreux mythes et légendes qui l'entourent.

L'équipe de médiation vous propose de découvrir l'exposition à travers différentes thématiques : régimes alimentaires, fossilisation, évolution, démarche scientifique... Chaque visite se ponctuera par la recherche de vrais fossiles dans le falun du chantier de fouille de l'exposition où chaque élève repartira avec son fossile.

L'occasion de :

- Découvrir le métier de paléontologue
- Développer son sens de l'observation et de la déduction
- S'initier à la classification avec une planche de détermination
- Appréhender les notions de fossiles et de stratigraphie
- Acquérir une démarche scientifique

> Niveau élémentaire (CP au CM2) : **À PLEINES DENTS !**

Visite accessible (handicaps mental et moteur)

Découvrir les animaux des faluns et leur régime alimentaire. Chercher et observer des fossiles dans le chantier de fouille.

Activité : Expérimentation, manipulation d'objets et chantier de fouille

La classe est séparée en 2 groupes (médiation et chantier de fouille).

> Collège et lycée (6^e à Terminale) : **VIES DE FALUNS**

Visite accessible (handicap moteur)

Comprendre la fossilisation et l'évolution du paysage. Connaître la faune du Miocène en Anjou. Découvrir l'exploitation des faluns par les Hommes. Acquérir une démarche scientifique : recherche et analyse des fossiles dans le chantier de fouille.

La classe est séparée en 2 groupes (médiation et chantier de fouille).