



Grottes d'Azé

Dossier pédagogique

LE SITE DES GROTTES D'AZE, LA PROBLEMATIQUE DES DATATIONS : DATATIONS RELATIVES – DATATIONS ABSOLUES

par Johan BARRIQUAND¹, Lionel BARRIQUAND¹, Harald FLOSS² et Ursula MAURER²

¹ARPA, UFR des Sciences de la terre, Université Claude Bernard, Lyon I, Villeurbanne, France

²Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters Abteilung Ältere Urgeschichte und Quartärökologie Schloss Burgsteige 11 D 72070 Tübingen, Allemagne

Sommaire

1. Dossier de documentation Enseignant :

- Introduction

Les méthodes de datations relatives :

- Les calcaires d'Azé
- Les ours de la Grotte Préhistorique : datation relative par biochronologie.
- L'industrie lithique : datation par évolution de la technologie de fabrication de l'outil.
- La résurgence de la Balme : un culte des eaux à l'époque romaine, datation par le mobilier.

Les datations absolues :

- La méthode Uranium-Thorium
- La méthode carbone 14

2. Objectifs pédagogiques

3. Exploitation sur le terrain et en classe

Mars 2008
Niveau lycée

1. Dossier de documentation Enseignant

Introduction

Les Grottes d'Azé constituent un milieu exceptionnel d'enregistrement de notre passé régional, depuis la formation des calcaires du Mâconnais jusqu'à des occupations animales et humaines. La richesse du site en fait également sa complexité. Partout l'Homme et les animaux ont laissé leurs traces depuis 300 000 ans. La datation de chaque témoin est souvent difficile à effectuer. Pour cela, différents moyens peuvent être mis en œuvre : les datations absolues et les datations relatives.

Les méthodes de datations relatives :

Les calcaires d'Azé

Les grottes d'Azé sont creusées dans le principal chaînon calcaire des monts du Mâconnais. L'étude de coupes géologiques et la différenciation des différentes strates a permis de dater la formation de ces calcaires.

Différentes unités ont été dégagées dans les deux grottes :

Unité 1 (Salle de la Cascade, Rivière souterraine) : **calcaires à entroques** de l'Aalénien supérieur, présence de nombreuses chailles. Outre les échinodermes (articles de crinoïdes, piquants et plaques d'oursins), il contient des lamellibranches, des brachiopodes, des spongiaires, des bryozoaires et des gastéropodes.

Unité 2 (Salle des Polypiers, Rivière souterraine) : **calcaires à polypiers coloniaux** du Bajocien moyen. C'est un calcaire micritique qui contient des bioclastes divers : polypiers, lamellibranches, spongiaires et quelques entroques. Entre ces calcaires, on trouve un lit de calcaires à entroques qui contient de nombreuses concrétions siliceuses, spongieuses, arrondies ou allongées.

Unité 3 (Salle des Polypiers, Rivière souterraine) : **calcaires à terriers silicifiés** du Bajocien moyen, fin, noduleux. C'est un marno-calcaire gris jaunâtre, plus ou moins auréolé d'oxydes de fer. Il contient des concrétions siliceuses épousant la forme de terriers allongés. Il contient des micro-débris échinodermiques, lamellibranches (dont Ostrea) des pelloïdes et quelques grains de quartz.

Unité 4 (Au niveau d'Azé I-2, Grotte Préhistorique) : **calcaires coquilliers** du Bathonien inférieur, jaunâtre, gréseux, lité. Il présente des lits siliceux. Il est très bioclastique et contient de nombreux débris échinodermiques, gastéropodes, lamellibranches et grains oolithisés.

Unité 5 (Au niveau d'Azé I-2, Grotte Préhistorique) : **calcaires oolithiques** du Bathonien moyen, compact, très fin. Il est très peu fossilifère.

On peut dire que la Rivière Souterraine se situe dans l'Aalénien et le Bajocien tandis que la Grotte Préhistorique s'ouvre dans le Bajocien supérieur et le Bathonien inférieur.

L'unité 4 (Grotte Préhistorique) présente un banc remarquable : une lumachelle. Cette strate correspond à une accumulation impressionnante de bioclastes liée à une tempête tropicale. Des phénomènes équivalents se produisent actuellement sur les côtes des Bahamas. Ce lit d'une soixantaine de centimètres est donc représentatif d'un événement ponctuel de courte durée. L'épaisseur d'une couche n'est pas en relation avec sa durée mais avec sa continuité.

Grottes d'Azé : contexte stratigraphique

J. et L. Barriquand, G. Simonnot

Grotte Préhistorique

Entrée de la Grotte Préhistorique

Entre Bouchon Stalmitique 60 mètres de l'entrée et Salle du 14 Juillet

Fond de la Salle des Ours

Grotte de la Rivière Souterraine

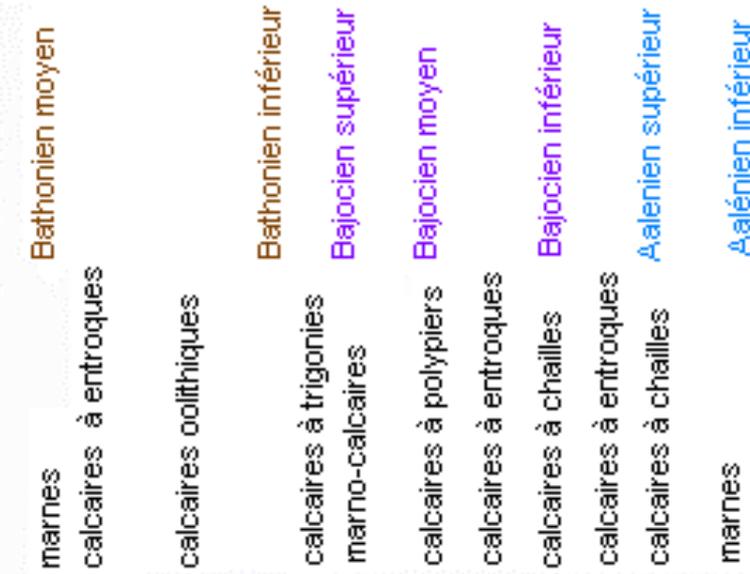
Salle des Polyptiers

Bassin des Niphargus

Métro

Salle de la cascade

100 mètres



Les ours de la Grotte Préhistorique : datation relative par biochronologie.

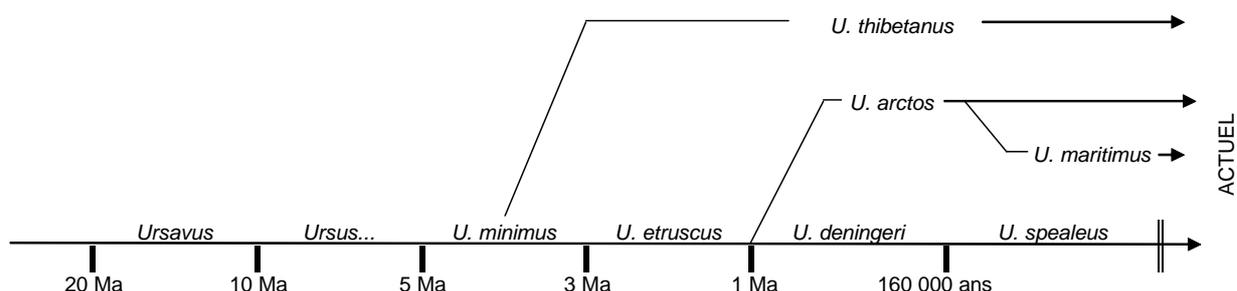
Les ossements d'ours sont présents à différents endroits de la Grotte Préhistorique. On peut ainsi admettre qu'ils forment différents ensembles, parmi lesquels nous retiendrons :

Azé I-1 : Salle d'entrée de la Grotte Préhistorique

Azé I-2 : à 80 mètres de l'entrée de la Grotte Préhistorique

Azé I-3 : Salle des Ours

L'arbre phylétique des ours est le suivant :

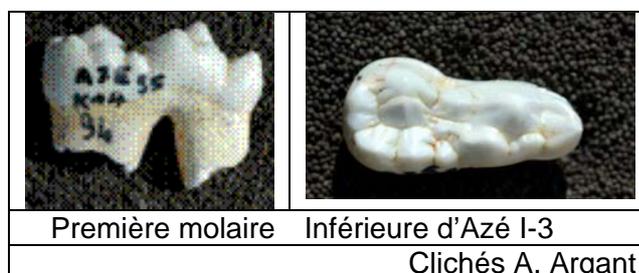


Nous pouvons donc voir que la morphologie des ours a évolué durant le Quaternaire. *Ursus etruscus* est à l'origine d'*Ursus deningeri* et d'*Ursus arctos* (ours brun). *Ursus deningeri* est la forme ancestrale d'*Ursus spelaeus* (l'ours des cavernes typique).

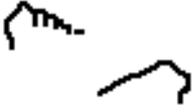
Cette évolution a été bien marquée par l'évolution de la première molaire inférieure (M/1) :

Espèce	<i>Ursus etruscus</i> <i>Ursus arctos</i>	<i>Ursus deningeri</i>	<i>Ursus spelaeus</i>
Forme de l'endoconide (bord postérieur interne) de la première molaire inférieure			

Dessins A. Argant



La comparaison des mesures des caractéristiques de cette dent pour les 3 ensembles est la suivante :

Caractéristique de la M/1	Azé I-1	Azé I-3	Azé I-2
Longueur (moyenne)	26.5	27.37	27.49
Largeur postérieure (moyenne)	13.2	13.51	13.76
Hauteur couronne (moyenne)	10.7	11.11	11.32
Forme de l'endoconide			

Dessins A. Argant

Nous notons donc une évolution des caractéristiques de cette dent entre les différents ensembles d'Azé. L'évolution de la lignée *Ursus etruscus* vers *Ursus deningeri* et vers *Ursus spelaeus* correspond à une augmentation de la taille de cette dent et vers une modification de son relief dentaire. Nous pouvons donc dire que le gisement d'Azé I-1 est plus vieux que celui d'Azé I-3 qui est lui-même plus vieux que celui d'Azé I-2.

Cette évolution et la comparaison des valeurs trouvées avec celles déterminées sur d'autres sites nous permettent d'avancer les âges suivants pour ces trois ensembles :

Azé 1-1 (entrée de la Grotte Préhistorique) : Pléistocène moyen médian (environ 300 000 ans)

Azé 1-2 (après le bouchon stalagmitique) : Pléistocène moyen récent (environ 140 000 ans)

Azé 1-3 (Salle des Ours) : Pléistocène moyen récent (environ 160 000 ans)

L'industrie lithique : datation par évolution de la technologie de fabrication de l'outil.

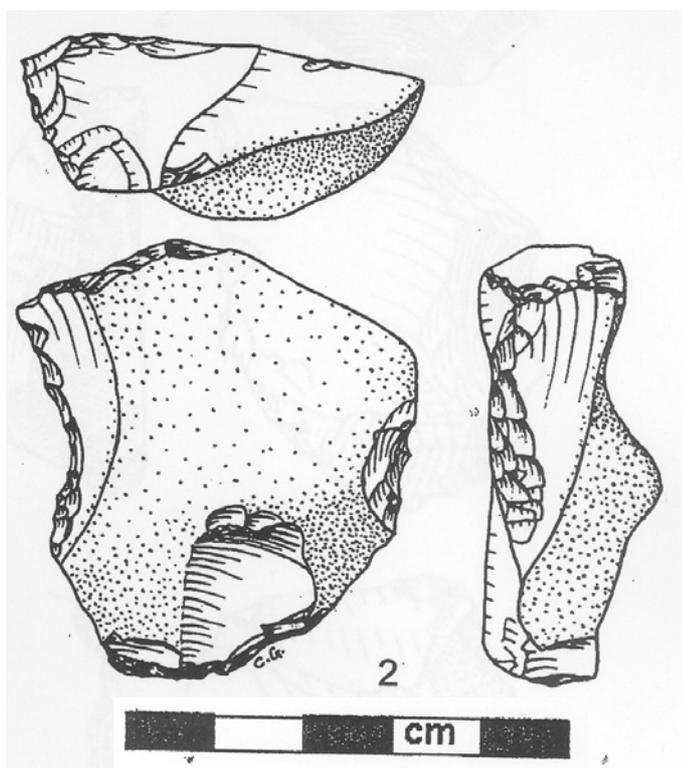
Les différents sites préhistoriques d'Azé peuvent être datés par la caractérisation des vestiges lithiques. Nous savons que certains outils du Paléolithique sont « ubiquistes », c'est-à-dire qu'on peut les trouver dans plusieurs périodes et régions. Mais d'autres types (on les appelle des « fossiles - directeurs ») sont tout à fait typiques pour une période ou une culture donnée. Par exemple, les projectiles à dos, les pointes de la Gravette, n'apparaissent pas ni au Paléolithique ancien et moyen, ni au Paléolithique supérieur ancien et récent, mais uniquement au Gravettien, il y a 25 000 ans environ. Il en est de même pour la pointe de La Font-Robert, qui définit une période bien restreinte du Gravettien.

Contrairement à ces types, les grattoirs n'ont pas une telle répartition chronologique bien définie, on les trouve dans toutes les phases du Paléolithique supérieur et même quelques fois dans des inventaires antérieurs à cette période. Si on veut mieux comprendre la forme des grattoirs, il est nécessaire de les grouper en plusieurs sous-variétés. Souvent, les grattoirs du Paléolithique supérieur ont une forme régulière. Ils ont été travaillés surtout sur lames, c'est-à-dire sur des artefacts allongés aux bords parallèles. En général, les outils du Paléolithique supérieur sont plus variés et mieux normés que ceux des périodes plus anciennes.

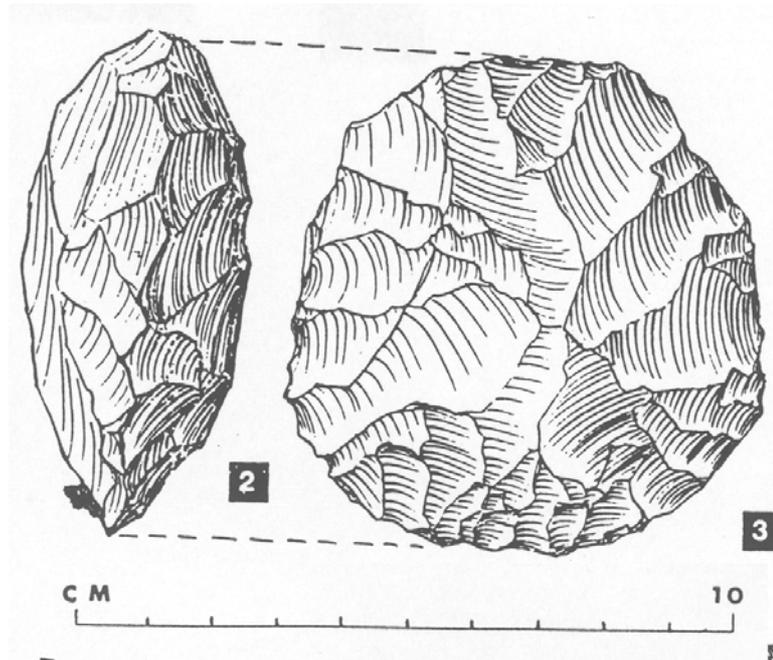
Par la comparaison d'outils trouvés sur des sites présentant une stratigraphie, on arrive à bâtir un édifice chronologique des différents types d'outils. On appelle cette méthode la typologie.

Ainsi la technologie, la méthode pour produire les supports des outils, peut aider pour dater un site.

Au Paléolithique moyen et surtout au Paléolithique ancien, la production de lames était moins fréquente. Pendant ces périodes, on a plutôt utilisé les éclats pour en faire des outils. Les supports ont été transformés en outils par la méthode de la retouche. Il s'agit là de minuscules enlèvements le long des bords du support afin de donner à la pièce une forme spécifique. La méthode de production de supports la plus connue des Néanderthaliens est la méthode dite Levallois. La méthode Levallois est une des premières méthodes de l'humanité où l'obtention de supports est basée sur une minutieuse préparation du nucléus. Sur la base des éclats, lames et pointes issues de la méthode Levallois, on produit des racloirs, des pointes et d'autres outils.



Azé I-1, Grotte Préhistorique, éclat retouché, Paléolithique ancien dessin C. Gaillard.



Azé II, sortie de la Rivière Souterraine, nucléus Levallois, Paléolithique moyen, dessin J. Combier.

Au Paléolithique supérieur, on a surtout essayé de produire des lames et des petites lames, les lamelles. Les lamelles à dos par exemple, qui ont été inventées au Gravettien, sont de petits projectiles utilisés pour la chasse. Ils sont bien normés. On les a emmanchés latéralement dans des sagaies en bois de renne.



Éléments à dos (projectiles) du site gravettien "Azé - Camping de Rizerolles", cliché H. Jensen, Université de Tübingen

Au Paléolithique, on note également une certaine évolution du choix des matières premières de bonne qualité.

Au Paléolithique ancien et supérieur, on note surtout la présence de matières lithiques locales mais on observe déjà également quelques pièces transportées sur de longues distances.

Au Paléolithique supérieur, la qualité de la matière augmente et on note la présence de grands contingents de matières exogènes et transportées sur des distances qui dépassent parfois les cent kilomètres. La présence d'un stock de matières premières permettait aux chasseurs – cueilleurs de la préhistoire de réagir, à tout moment, d'une manière spontanée aux situations inattendues.

À Azé, les matières premières du Paléolithique inférieur de la grotte de Rizerolles contiennent des galets de la Mouge ainsi que de la chaille qui affleure directement aux parois de la grotte.

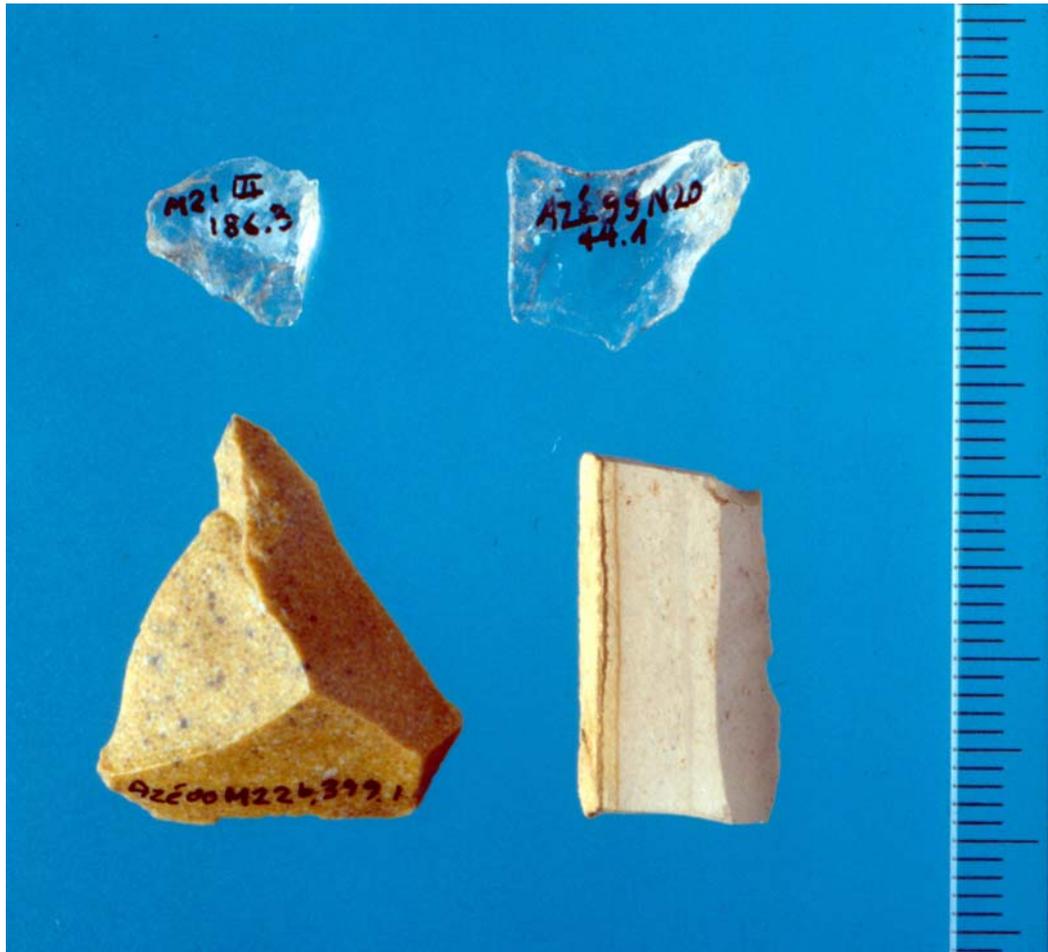
Le site Moustérien du métré connaît surtout des matières premières locales qui sont dominées par le silex créacé des argiles à silex du Mâconnais.

Cette dernière matière première domine également le spectre du site gravettien « Camping de Rizerolles ».



Un burin en silex à bryozoaires du site gravettien "Camping de Rizerolles",
cliché H. Jensen, Université de Tübingen

Mais ici, on note également la présence de types de matières exogènes, comme par exemple du cristal de roche qui provient éventuellement des Alpes ainsi que d'un silex tertiaire provenant de la région de Dôle.



Quatre artefacts en matière première exogène du site gravettien "Camping de Rizerolles" (en haut cristal de roche, en bas à gauche chaille oolithique, en bas à droite silex tertiaire).

En général, on trouve les pourcentages les plus élevés de matières premières d'origines lointaines à la fin du Paléolithique supérieur, c'est-à-dire au Magdalénien.

Après la fin du Paléolithique, à l'Holocène, au Mésolithique, les outils lithiques deviennent plus petits (« microlithes ») et les matières premières sont souvent d'une origine locale.

La résurgence de la Balme : un culte des eaux à l'époque romaine, datation par le mobilier

Pour les périodes plus récentes, le mobilier est un moyen de datation. La typologie de la céramique et les monnaies sont d'excellents moyens de datation.

Lors des travaux qui menèrent à la découverte de la Grotte de la Rivière souterraine en 1964, un bassin antique a été mis à jour. Ce barrage de retenue est constitué par des poutres en chêne posées l'une à côté de l'autre. Entre ces poutres, un tampon d'argile a été déposé pour assurer l'étanchéité de cette construction. Des canalisations partaient de cet ouvrage et semblaient mener l'eau à la construction gallo-romaine dont les fondations subsistent dans l'actuel camping.



Résurgence de la Balme : à gauche les restes d'une construction ancienne, cliché J. et L. Barriquand.

Parmi les nombreux objets trouvés dans cette résurgence, on note la présence de 17 monnaies. Elles sont en bronze et la plupart sont très corrodées. Neuf ont pu être déterminées et elles s'échelonnent de la manière suivante : Auguste (30 avant notre ère), Hadrien (117-138), Antonin le Pieux (138-161), Faustine, Septime-Sévère (193-211), Caracalla (211-217) et Constantin (306-337 après notre ère).

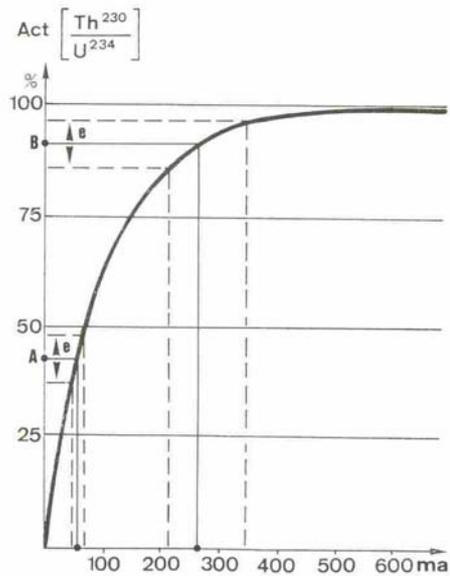
La présence de ces pièces nous permet donc de dater l'utilisation de cette fontaine à toute la période romaine.

Les datations absolues :

La biochronologie s'avère une méthode très intéressante pour dater des événements anciens. Des méthodes de datations basées sur la désintégration de matériaux radioactifs permettent d'approcher plus finement des dates. L'évolution d'un élément radioactif père vers son fils est parfaitement connue et est modélisable par des lois mathématiques. Ainsi, des éléments comme l'uranium 234 ou le carbone 14 permettent de dater des formations de concrétions ou des matériaux d'origine organique.

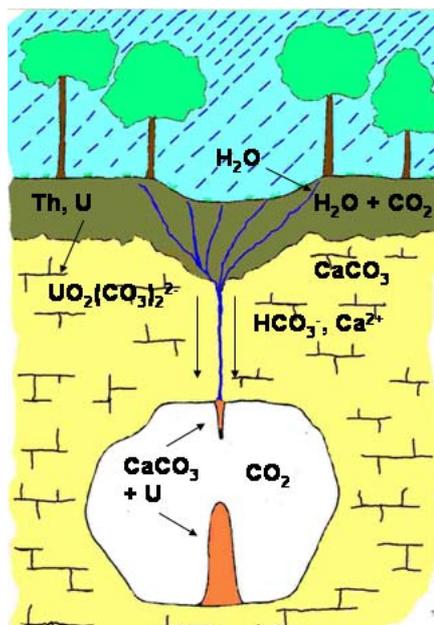
La méthode Uranium-Thorium

L'uranium 234 n'est pas un élément stable car il se désintègre avec le temps en thorium 230. La désintégration de l'uranium 234 en thorium 230 est connue et répond à une loi mathématique du type exponentielle décroissante. La mesure du rapport $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ permet donc de dater théoriquement une concrétion à condition qu'elle ait moins de 600 000 ans (limite de vie de l'uranium 234). La forme asymptotique de la courbe ratio Thorium 230 / Uranium 234 ne permet cependant pas de datations réalistes plus anciennes que 300 000 ans.



Evolution du rapport Th²³⁰/U²³⁴ en fonction du temps (d'après Y. Quinif 1989)

L'uranium 234 est présent dans la couche d'humus. Lorsque l'eau de pluie traverse cette couche, elle dissout de l'uranium qu'elle entraîne avec elle. Cette eau est légèrement acide lorsqu'elle traverse le calcaire où elle dissout du carbonate de calcium. L'eau se charge progressivement en gaz (dioxyde de carbone) et en calcaire dissous. Lorsqu'elle arrive dans une cavité plus importante, l'eau se dégaze du fait du changement des conditions physico-chimiques (baisse de pression, changement de température...) : elle est donc moins acide. Le calcaire dissout peut donc recristalliser en stalactite (au plafond) ou en stalagmite (au sol). L'uranium 234 qui a été dissout se trouve piégé dans la concrétion qui se forme alors dans la grotte. Il commence alors sa désintégration en thorium 230 (²³⁰Th). Le thorium 230 n'est pas soluble dans l'eau : celui qui était contenu dans l'humus n'est donc pas entraîné. Tout le thorium se trouvant dans la calcite est donc uniquement issu de l'uranium piégé dans celle-ci.



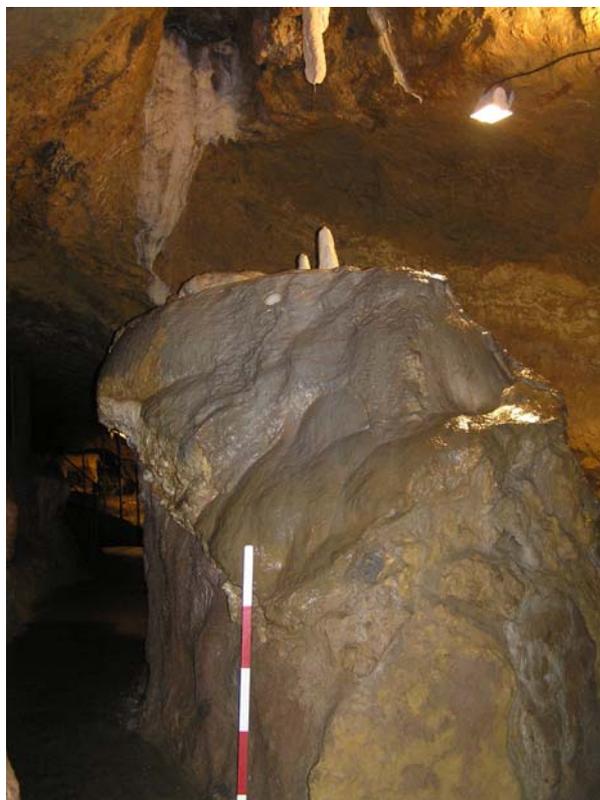
Le cycle de l'uranium (dessin J. et L. Barriquand d'après Y. Quinif 1989)

La mesure du rapport $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ permet donc de dater une concrétion.

Plusieurs campagnes de datations ont été réalisées sur différents massifs ou planchers stalagmitiques de la Grotte Préhistorique.



Vue partielle du plancher stalagmitique situé à 60 mètres de l'entrée de la Grotte Préhistorique, cliché J. et L. Barriquand.



Plancher stalagmitique de la Salle du 14 Juillet, cliché J. et L. Barriquand.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Lieu	Rapport $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	Age (milliers d'années)
Massif stalagmitique de la Salle du 14/7	0.834 ± 0.028	190.7 (+22.6/-18.1)
idem	0.781 ± 0.017	158.1 (+8.5/-7.8)
idem	0.653 ± 0.038	113.1 (+12.5/-11.2)
Massif stalagmitique à 60 mètres de l'entrée	0.423 ± 0.007	58.9 (+1.4/-1.4)
idem	0.359 ± 0.009	47.8 (+1.5/-1.5)
idem	0.214 ± 0.037	25.7 (+5.2/-4.8)
idem	0.186 ± 0.006	22.2 (+0.9/-0.8)
idem	0.091 ± 0.004	10.3 (+0.4/-0.5)
Porche de la Galerie des Aiglons	0.072 ± 0.01	8.1 (+1.2/-1.2)

La méthode carbone 14

Le carbone 14 (^{14}C) est un élément rare. Il se forme dans la haute atmosphère. Ces atomes sont rapidement oxydés en dioxyde de carbone radioactif ($^{14}\text{CO}_2$) qui se mélange avec le CO_2 non radioactif de l'air. Ces CO_2 sont incorporés dans les molécules organiques des végétaux photosynthétiques qui sont ensuite transférées aux consommateurs des chaînes alimentaires. La quantité de ^{14}C que contient chaque être vivant est constante tout au long de sa vie. A sa mort, le ^{14}C n'est plus renouvelé. Il se désintègre alors pour se transformer en ^{14}N qui s'échappe. Le principe de la mesure consiste donc à mesurer la quantité de ^{14}C résiduelle.

A Azé, plusieurs analyses ont donné les résultats suivants :

- Microfaune du porche de la Galerie des Aiglons, mesure par accélérateur au laboratoire d'Oxford :
 - Rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (‰) = - 19
 - Age ^{14}C BP : 15945 ± 65
 - Age calibré : 17220 à 16930 avant Jésus Christ
- Charbon de bois à la Rotonde (Grotte préhistorique) :
 - Rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (‰) = -23.7
 - Age ^{14}C BP : 335 ± 25
 - Age calibré : 1480 à 1639 après Jésus Christ

D'autres analyses ont été effectuées sur des ossements d'ours trouvés sous le porche de la Galerie des Aiglons et dans le Boyau Ouest reliant la Grotte Préhistorique à la Galerie des Aiglons. Ces os ne contenaient plus de collagène et aucune date n'a été déterminée. Ces os sont vraisemblablement trop vieux pour pouvoir être datés par cette méthode.

Sur le site vous verrez :

Dans la Grotte Préhistorique :

- concrétions (stalactites, stalagmites, draperies, planchers stalagmitiques)
- calcaires du Bajocien et du Bathonien
- les gisements de Azé I-1, Azé I-2 et Azé I-3

Dans la grotte de la Rivière Souterraine :

- calcaires de l'Aalénien et du Bajocien
- faille recoupant ces calcaires

Dans le parc :

- porche de la Galerie des Aiglons
- résurgence de la Balme
- site moustérien de la sortie du 3^{ème} étage de la Grotte de la Rivière Souterraine

2. Objectifs pédagogiques :

- exploiter des données de terrain
- mettre en relation des informations pour effectuer des datations relatives
- appliquer les principes de :
 - o superposition
 - o continuité
 - o recoupement
 - o identité paléontologique
- distinguer datations relatives et datations absolues
- apprécier du caractère continu ou discontinu d'un processus selon l'échelle de temps adoptée
- réinvestir des informations dans un bilan résumant les notions essentielles

3. Exploitation sur le terrain et en classe

3.1. Exploitation sur le terrain

Fiche géologie

Proposition de fiche élève
niveau lycée adaptable par
l'enseignant

La Grotte Préhistorique

La lumachelle

1. Ce lit typique s'est mis en place lors d'une tempête tropicale. L'accumulation des débris coquilliers est due au brassage des fonds marins de l'époque.
 - a. Quel laps de temps représente cette couche ?
 - b. Sa durée est-elle comparable à celle des autres strates visibles ?
 - c. De quoi l'épaisseur d'un banc est-elle significative ?
 - d. Cette couche est-elle semblable à celles qui l'entoure ?
 - e. Que signifie chaque discontinuité qui l'encadre ?
 - f. Maintenant, si on se place à l'échelle du Mésozoïque, cette strate est-elle en continuité ou non avec les processus géologiques d'alors ?
 - g. Selon l'échelle de temps considérée, l'interprétation est-elle la même ?
2. Ce banc appartient au début du Bathonien (vers 167 millions d'années). Comment parvient-on à dater aussi précisément une roche ?

La Rivière souterraine :

Salle des Polypiers

- 1 a – Qu'observez-vous comme structure géologique dans cette salle ?
- 1 b – Est-elle antérieure ou postérieure aux calcaires ?
- 1 c – A quel grand principe vous référez-vous ?
- 1 d – L'étage géologique est le Bajocien inférieur caractérisé par des calcaires à polypiers ainsi que par des calcaires à entroques. Devant vous se trouve une roche particulière : c'est une brèche tectonique. Décrivez-la et expliquez sa formation.

2 a – Les coraux nécessitent une eau chaude (plus de 18°C) et peu profonde (moins de 10 à 15 mètres) car ils se nourrissent de plancton. Où se développent aujourd'hui des coraux ?

2 b – Qu'en déduisez-vous sur le climat régnant sur la région, il y a 170 millions d'années ?

2 c – A quel grand principe vous référez-vous ?

2 c – Pourquoi n'a-t-on plus le même climat de nos jours ?

3 – La mise en place de ces roches a eu lieu par dépôt, au fond de la mer : ils étaient donc horizontaux. Comment expliquez-vous leur situation et leur pente actuelles ?

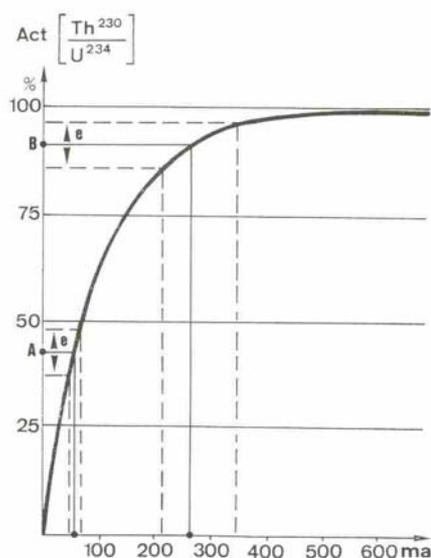
4 – Etablissez une chronologie permettant de retracer tous les événements aboutissant à l'état actuel de cette salle.

5 – Réalisez un schéma de la salle des Polypiers.

3.2. Exploitation en classe

Datations absolues :

1. L'uranium 234 n'est pas un élément stable car il se désintègre avec le temps en thorium 230. La désintégration de l'uranium 234 en thorium 230 est connue et répond à une loi mathématique du type exponentielle décroissante.



a. Quelle est la limite de vie de l'uranium 234 ?

b. Pourquoi ne considère-t-on plus comme réalistes des datations plus anciennes que le temps de demi-vie ?

2. Plusieurs campagnes de datations ont été réalisées sur différents massifs ou planchers stalagmitiques de la Grotte Préhistorique. Les résultats obtenus sont les suivants :

Lieu	Rapport $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	Age (milliers d'années)
Massif stalagmitique de la Salle du 14/7	0.834 ± 0.028	
idem	0.781 ± 0.017	
idem	0.653 ± 0.038	
Massif stalagmitique à 60 mètres de l'entrée	0.423 ± 0.007	
idem	0.359 ± 0.009	
idem	0.214 ± 0.037	
idem	0.186 ± 0.006	
idem	0.091 ± 0.004	
Porche de la Galerie des Aiglons	0.072 ± 0.01	

a. D'après les rapports $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, trouvez les âges des différentes concrétions.

b. Pourquoi n'a-t-on pas utilisé la méthode avec du carbone 14 ?

Datations relatives :

La résurgence de la Balme a fait l'objet d'un culte des eaux depuis longtemps. Parmi les nombreux objets trouvés dans cette résurgence, on note la présence de 17 monnaies. Elles sont en bronze et la plupart sont très corrodées. Neuf ont pu être déterminées et ont été frappées sous : Auguste, Hadrien, Antonin le Pieux, Septime-Sévère, Caracalla et Constantin.

1. Effectuez une recherche afin de situer chronologiquement ces différents empereurs.

2. Datez le culte des eaux de cette fontaine.

Bibliographie :

Argant Alain : Les sites paléontologiques du Pléistocène moyen en Mâconnais, Bulletin de la Société Préhistorique Française (2000)

Barriquand Johan et Lionel, Quinif Yves et Argant Alain : Grotte d'Azé (Saône-et-Loire, France) – Bilan et interprétation des datations U/Th, Geologica Belgica (2006 9/3-4 p309-321).

Barusseau Michèle : Les changements de faciès du Jurassique moyen dans les Monts du Mâconnais (1967)

Berger Sophie et Martin-Barriquand Johan : Grottes d'Azé : étude stratigraphique et lithologique, Licence des Sciences de la Terre, Dijon 1995.

Bonnefoy D. et M. : Un culte des eaux à la fontaine de la Balme à Azé, La Physiophile (2004).

Combiér J., Gaillard C. et Moncel M.H. : L'industrie du Paléolithique inférieur de la Grotte d'Azé (Saône-et-Loire) Azé I-1, Bulletin de la Société Préhistorique Française (2000)

Combiér J. et Merle C. : Le site d'Azé 2, dépôt de pente moustérien, Institut de Recherche du Val de Saône Mâconnais.

Floss H., Beutelspacher T. : Le site gravettien « Azé, camping de Rizerolles », Recherches Archéologiques en Mâconnais, Groupement Archéologique du Mâconnais (2005).

Jeannet Marcel dans rapport de fouilles Barriquand Johan et Lionel (2002) : La microfaune du porche de la Galerie des Aiglons.

Guerin C. et Patou-Mathis M. : Les grands mammifères plio-pléistocènes d'Europe.

Quinif Yves : La datation uranium-thorium, Speleochronos n° 1 (1989), Cerak Faculté Polytechnique de Mons (Belgique).

Simonnot Guy : Grottes d'Azé, Eléments de géologie. Sous le Plancher numéro hors série juin 2003, Comité départemental de Spéléologie de Saône-et-Loire.