

## Quelle méthode pour quel cas ?

	Méthodes naturalistes	Phénomènes chimiques	Croissance/décroissance radioactive	Altération des minéraux
Toomaï				
Laetoli				
Dmanisi				
Ceyssaguet				
Le Moustier				
Grotte Chauvet				
Pirogue Bercy				
Laugerie Haute				
La Madeleine				
Grotte de Lascaux				

### NOTES

.....

.....

.....

.....

## Physique, chimie et archéologie.....

.....dater le passé

### Du relatif à l'absolu....

Dès le XVII<sup>e</sup> siècle l'anatomiste, géologue danois Nicolas Sténon, définit les bases du principe de stratigraphie qui consiste à étudier la superposition des couches géologiques (strates) dans le but de comprendre leur succession et leurs relations. Cette science, basée sur trois grands principes : horizontalité, continuité, superposition, autorisera la datation relative des sites archéologiques et s'imposera comme seule méthode de datation jusqu'en 1950.

La découverte de la radioactivité naturelle par le chimiste Henri Becquerel en 1896 révolutionnera, quelques 50 ans plus tard, les sciences de la Terre et de l'archéologie. Les progrès de la physique et de la chimie ont fourni, après la seconde guerre mondiale, les moyens techniques permettant d'élaborer une échelle chrono stratigraphique universelle du Quaternaire.

C'est à Willard Frank Libby, un physicien chimiste américain, que l'on doit le développement de la datation par le Carbone 14 et son application révolutionnaire à l'archéologie dès 1949.

Les méthodes de datation faisant appel à la physique et à la chimie sont multiples et varient selon la nature des vestiges, leur matière, leur ancienneté présumée et les problématiques définies par les chercheurs. Un grand nombre d'entre elles utilisent la radioactivité pour déterminer l'âge d'une roche, d'un sédiment ou d'un vestige organique naturellement radioactif.

# Les principales méthodes de datation en géochronologie

## Les méthodes « naturalistes »

- la stratigraphie
- La biostratigraphie / biochronologie
- La dendrochronologie
- Le paléomagnétisme

## Les méthodes fondées sur un phénomène chimique

- la racémisation des acides aminés RAA
- L'hydratation de l'obsidienne

## Les méthodes fondées sur la croissance ou la décroissance radioactive

- Les radiocarbone  $^{14}\text{C}$
- Les autres cosmonucléides
- Les familles de l'Uranium U et Th
- L'Argon/Argon et le Potassium/Argon AR-AR et K-AR

## Les méthodes fondées sur les dommages créés dans les minéraux par la radioactivité naturelle

- La thermoluminescence et l'optoluminescence TL et OSL
- La résonance de Spin Electronique ESR
- Les traces de fission TF



## Niveaux solutréens de Laugerie-Haute Ouest (24)

Datations :

- du matériel lithique environnant par Thermoluminescence appliquée au silex traités thermiquement et quartz rubéfiés,
- des éléments charbonneux datés par  $^{14}\text{C}$ .

Attribution culturelle du foyer au Solutréen moyen.

## L'enfant du gisement de La Madeleine (24)

Une première attribution culturelle s'appuie sur le contexte archéologique (dépression fortement ocrée, aiguilles à chas, éléments de parure) qui traduit des comportements propres au Magdalénien. Plus récemment, une datation  $^{14}\text{C}$  AMS sur un fragment de crâne a donné : 10 190 +/- 100 BP soit 9 990 - 10 990 Cal. BC. Cet enfant est désormais rattaché à l'Azilien, culture épipaléolithique du post glaciaire.



## Le mobilier de la grotte de Lascaux (24)

Un des tout premiers sites paléolithiques à avoir bénéficié de datations radiométriques réalisées par

Willard Frank Libby lui-même.

Les premières analyses de charbons de bois provenant de lampes découvertes dans le Puits ont donné la date de 15 000 BP et plaçaient la fréquentation de la grotte dans le Magdalénien.

Une datation récente (1998) par  $^{14}\text{C}$  AMS sur un fragment de baguette en bois de renne provenant du Puits a donné cette fois la date de 18 600 BP soulignant une fréquentation dès le Solutréen.

## Le nouveau-né du Moustier (24)

Petit fossile néanderthalien trouvé en 1914 dans le niveau archéologique J (Moustérien Typique) du gisement périgourdin du Moustier.

En 1982, le niveau est daté de 40 300 +/- 2000 par Thermoluminescence sur 34 silex chauffés.



## La grotte Chauvet, Vallon Pont d'Arc (07)

Découverte en 1994, la grotte Chauvet ouvre immédiatement de nombreux débats. Les interprétations stylistiques des œuvres la rapproche plutôt du Magdalénien (bestiaire, mouvement, techniques...).

Une série de 50 datations  $^{14}\text{C}$  AMS<sup>1</sup> ont été effectuées dès 1995 à partir de tracés noirs et mouchages de torche réalisés avec du charbon (pin) et de fragments trouvés dans des foyers. Deux grandes périodes séparées par quelques millénaires (Valladas *et al.*, 2004) se distinguent : la plus ancienne, attribuée à l'Aurignacien, est datée de 33 000 à 29 000 ans  $^{14}\text{C}$  BP<sup>2</sup> non calibré ; la seconde période, correspondant au Gravettien, se situe dans l'intervalle 27 000 - 24 500 ans  $^{14}\text{C}$  BP non calibré<sup>3</sup>.

Aujourd'hui, plus de 200 datations  $^{14}\text{C}$  et Uranium/Thorium en font la grotte ornée paléolithique la mieux datée au monde.

## La pirogue monoxyle de Paris Bercy (75)

Pirogue 1 : attribution culturelle au Néolithique final

Datation  $^{14}\text{C}$  : 5510 +/- 20 BP non calibrée

Embarcation taillée dans un tronc de chêne, évidée par le feu puis mécaniquement à l'herminette.



<sup>1</sup> AMS : Spectrométrie de masse par accélérateur de particules permettant de dater à partir de très faible quantité de matière.

<sup>2</sup> BP : Before present / avant 1950

<sup>3</sup> calibré/non calibré :

## Les différents types de supports analysables

	Bois et charbon	céramique	stalagmite	coraux	Coquille de mollusques	ossements	Émail dentaire	Quartz et silex chauffés	Roches volcaniques	sédiments
varves										☹️
Dendrochrono.	😊									
Paléomagn.			☹️						😊	😊
isotopes			😊	😊	😊	😊	😊			
RAA				😊	😊	😊	😊			
Hydratation									😊	
$^{14}\text{C}$	😊		😊	😊	😊	😊	😊			☹️
K-AR et AR-AR									😊	
U-Th			😊	😊	😊	😊	☹️			
Cosmonucléides										😊
TF									😊	
TL & OSL		😊	😊						😊	😊
ESR			😊	😊	😊	😊	😊			😊

☹️ Support non utilisable

😊 Support utilisable

😊

😊 Excellent support

😊

## Les méthodes fondées sur la radioactivité

Isotopes	$^{14}\text{C}$	$^{40}\text{K}$	$^{230}\text{Th}$ ( $^{234}\text{U}$ )
Périodes	5 730 a	1,26 Ga	75 200 a
Base de la méthode	Formation du $^{14}\text{C}$ par interaction avec les rayons cosmiques	Présence de $^{40}\text{K}$ dans le magma mais pas de son $^{40}\text{Ar}$ fils gazeux	Différence de solubilité entre le père $^{230}\text{Th}$ et le fils $^{234}\text{U}$
Supports analysables	Bois et charbons, ossements, dents, coraux, coquilles, spéléothèmes	Minéraux volcaniques	Carbonates
Evènements datés	Mort de l'individu	Eruption volcanique	Formation du minéral
Domaine d'application	0 - 50 000 a	Toute l'histoire de la Terre	0 - 600 000 a

4

D'après Pierre Voinchet, MNHN, UMR 7194 CNRS

## Quelques exemples dans les collections du musée

### Toomai, Sahel, Tchad

Découvert en 2001 par une équipe franco-tchadienne, ce crâne a d'abord été daté de 7 Ma par biochronologie basée sur l'assemblage de faunes identifiées. Ce résultat est confirmé (6,9 et 7,2 Ma) par une nouvelle datation, le Béryllium 10, basée sur la radioactivité et appliquée aux sédiments adhérents au fossile.



### Les pas de Laetoli, Tanzanie

Ensemble d'empreintes trouvées en 1977 par Mary Leakey. Datées de 3,7 Ma, par la méthode du Potassium Argon appliquée aux cendres volcaniques indurées, ces dernières peuvent être attribuées à l'*Australopithecus afarensis* (Lucy).

### Fossiles de Dmanisi en Géorgie

En 1991, la découverte de restes d'*Homo georgicus* avance de plus de 800 000 ans la colonisation de l'Europe par le couloir Levantin et Israël. Une première datation effectuée sur des niveaux de basalte avec la méthode du Potassium Argon à 1,7 Ma est complétée par une deuxième datation par la méthode argon 39-argon 40 et donne la date de 1,81 Ma.



### Site paléontologique de Ceysaguet (43)

Site paléontologique du Massif central ayant livré plus de 15 000 fossiles de faunes du Villafranchien final. Une image rare de cet épisode biostratigraphique.

Situé sur la pente d'un volcan dont la dernière explosion a été datée par Potassium/Argon de 1.3 Ma. Pour des raisons stratigraphiques - les faunes n'étant pas déposées directement sur le basalte daté - on peut estimer l'âge des niveaux fossilifères à 1.2 Ma.

5