



HAL
open science

Remarques sur l'édification des planchers stalagmitiques quaternaires.

André Debénath, Jean-Paul Raynal, H.P. Schwarcz

► **To cite this version:**

André Debénath, Jean-Paul Raynal, H.P. Schwarcz. Remarques sur l'édification des planchers stalagmitiques quaternaires.. Cristallisation - Déformation - Dissolution des carbonates, Réunion organisée par le Groupe d'étude des systèmes carbonatés, Bordeaux, 17-18 novembre 1980, 1980, France. pp.149-161. halshs-00005007

HAL Id: halshs-00005007

<https://shs.hal.science/halshs-00005007>

Submitted on 16 Oct 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

S.G.F.
SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

A.G.S.O.
ASSOCIATION
DES GÉOLOGUES
DU SUD-OUEST

S.F.M.C.
SOCIÉTÉ FRANÇAISE
DE MINÉRALOGIE
ET CRISTALLOGRAPHIE

Extrait de:

Cristallisation - Déformation - Dissolution

des

CARBONATES

17 - 18 novembre 1980

BORDEAUX

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX III

INSTITUT DE GEODYNAMIQUE

Réunion organisée par le

GROUPE D'ÉTUDE DES SYSTÈMES CARBONATES

I.N.S.A. TOULOUSE
Département Génie chimique
et Génie de l'environnement
Avenue de Rangueil
31077 TOULOUSE CEDEX
FRANCE
(61) 25.21.13, poste 401

**UNIVERSITÉ
DE BORDEAUX III**
Institut de Géodynamique
Avenue des Facultés
33405 TALENCE CEDEX
FRANCE
(56) 80.68.00, p. 387 et 330

REMARQUES SUR L'EDIFICATION DES PLANCHERS STALAGMITIQUES QUATERNAIRES.

A. DEBENATH* , J.P. RAYNAL* , H.P. SCHWARCZ**.

* Institut du Quaternaire, Université de Bordeaux I, L.A. 133 C.N.R.S.
33405, Talence Cedex, et Mission Paléontologique et Préhistorique française
au Maroc.

** Department of Geology, Mac Master University, Hamilton, Ontario, Canada,
L8S 4M1.

Résumé: L'interprétation des dépôts stalagmitiques comme indicateurs paléoclimatiques est discutée. Les principaux paramètres contrôlant la croissance cristalline de la calcite en grotte sont définis. La datation absolue de ces dépôts est possible par l'étude du déséquilibre des séries de l'Uranium ($^{230}\text{Th} / ^{234}\text{U}$ et $^{231}\text{Pa} / ^{235}\text{U}$).

Mots clés: Quaternaire, paléoclimat, croissance cristalline, calcite, âge absolu.

REMARKS ABOUT GROWTH OF QUATERNARY STALAGMITIC LAYERS.

Abstract: Stalagmitic layers are studied as paleoclimatic indicators. The factors which control the growth of calcite in caves are defined. Absolute dating of these layers is possible with Uranium-series method ($^{230}\text{Th} / ^{234}\text{U}$ et $^{231}\text{Pa} / ^{235}\text{U}$).

Key words: Quaternary, paleoclimate, growth of calcite, absolute dating.

Remerciements: Nous remercions le National Science and Engineering Research Council du Canada et le Social Sciences and Humanities Research Council pour leur aide financière.

Remarque: Le terme Quaternaire est employé ici au sens qu'en donne E. BONIFAY (1975): Pliocène sensu stricto et Pléistocène sensu stricto.

chronologie générale relative et absolue de ces abris est donnée dans la troisième partie de cette note. L'abri Bourgeois-Delaunay renferme deux planchers stalagmitiques (couches 7 et 11). Le plancher formant la couche 7 est blanc, à grain grossier; il présente une superposition de lamelles ayant en moyenne 1mm d'épaisseur. Il est recouvert sur ses faces supérieure et inférieure d'une pellicule jaunâtre. Il n'est pas poreux. Son épaisseur moyenne est de 5cm et il porte un certain nombre de stalagmites dont la hauteur n'excède pas une trentaine de centimètres. Le plancher formant la couche 11 est blanc, à grain grossier. Aucun élément étranger ne s'intercale entre les lits de calcite qui ont là aussi 1mm d'épaisseur moyenne. La partie supérieure est recouverte d'une mince pellicule jaunâtre. La partie inférieure présente des sortes de vacuoles renfermant des éléments argileux ou caillouteux provenant de la partie supérieure de la couche sur laquelle repose ce plancher. Il est plus poreux que celui de la couche 7. Sa puissance peut atteindre 20 cm; les stalagmites y sont plus rares mais l'une d'elle atteignait 1 m de hauteur. Ce plancher est en fait composé de deux unités différentes soudées entre elles de manière très homogène: le plancher inférieur présente de petites stalagmites de 5 cm de hauteur moyenne et a été "immédiatement" recouvert par la partie supérieure, ce qui implique une modification des conditions de concrétionnement. Ces deux planchers ont été brisés in situ à la suite d'un effondrement lié à des phénomènes de soutirage.

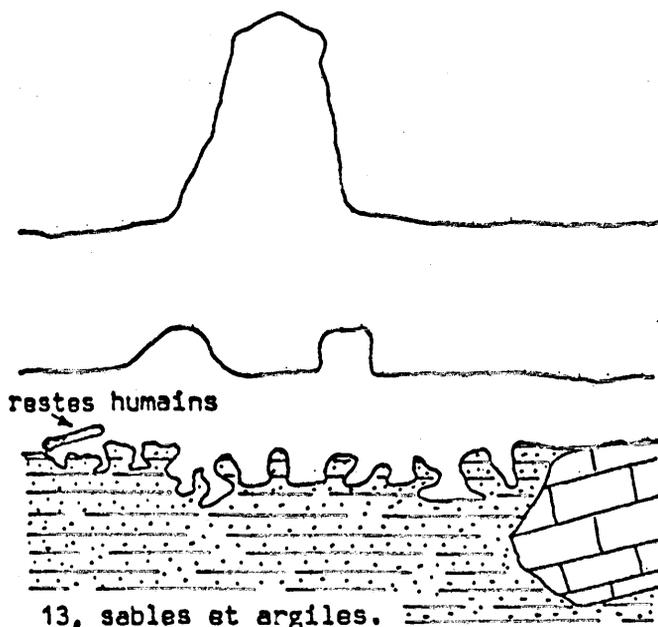


Schéma explicitant la stratigraphie des niveaux 11 à 13 de l'abri Bourgeois-Delaunay:

11, partie supérieure.

11, partie inférieure.

12, niveau de blocs.

13, sables et argiles.

Les données palynologiques, révèlent une flore très nettement sèche et froide dans la couche 13 (M.M. PAQUEREAU, com. orale). Le taux de boisement n'atteint que 8 %. Dans la couche 12, le taux de boisement est encore plus faible: 5%. On y remarque des espèces herbacées steppiques, comme dans la couche 13. Dans la couche 11 (plancher), le taux de boisement est élevé et traduit une flore tem-

pérée. Il se confirme donc que le changement dans la nature de la sédimentation traduit également des modifications importantes du milieu extérieur au karst. Mais la stratigraphie de détail des concrétionnements indique des modifications d'ordre mineur soit dans le sens d'un court épisode froid et/ou sec, soit dans le régime des circulations d'eau comme l'atteste la succession de deux planchers superposés sans sédimentation intermédiaire.

1.2. Palynologie et concrétionnements stalagmitiques.

Si la conjugaison des approches géologique et palynologique apporte des éléments intéressants (Cf. supra), la seule discipline palynologique nous a livré ces dernières années des données nouvelles sur le caractère climatique "tempéré" des planchers stalagmitiques. Nous ne retiendrons que deux exemples, celui de la grotte de la Vache (Ariège) (A. LEROI-GOUHRAN, 1967) et celui du karst belge (BASTIN, 1978).

1.2.1. La grotte de la Vache:

Située sur la commune d'Alliat (Ariège), elle a fait l'objet de nombreuses fouilles, de plusieurs datages ¹⁴C et d'une analyse palynologique (LEROI-GOUHRAN, op. cit.). Un plancher stalagmitique épais surmonte une séquence sédimentaire attribuée au Bölling et à une partie du Dryas moyen. L'analyse permet de rapporter la formation du plancher, en partie au Dryas moyen et à l'oscillation douce de l'Alleröd. En effet, la partie inférieure du plancher révèle une flore composée à 90 % de Cichoriées caractéristique d'une steppe à Composées. Puis, au sein même du plancher, le spectre pollinique se modifie brutalement et radicalement pour montrer l'existence d'une flore à fort taux de boisement (50 %) , caractéristique du réchauffement de l'Alleröd. Il y a donc un décalage net entre la manifestation palynologique de l'oscillation douce et son expression stratigraphique sur les seuls critères géologiques (formation du plancher). L'auteur note que "la période la plus marquée par le changement de la flore est immédiatement postérieure au changement du régime hygrométrique de la grotte". Le décalage observé peut avoir plusieurs causes: on peut par exemple envisager que la réponse du karst aux modifications extérieures du milieu soit immédiate alors que la flore se transforme plus lentement; l'objectif principal est le caractère brutal du changement de flore enregistré à l'analyse et qui semble caractéristique de cette période en de nombreux autres sites. On peut aussi envisager que le transport des pollens au lieu de concrétionnement ait été très long : alors que les conditions climatiques auraient déjà varié, l'eau transportant les pollens serait "fossile" et ne proviendrait pas d'infiltrations récentes. Seule une étude approfondie des circulations karstiques permettrait de résoudre ce problème.

1.2.2. L'exemple des grottes belges:

Les recherches menées par B. BASTIN (1976, 1978) confirment l'association des concrétionnements à des périodes climatiques tempérées mais apportent d'importantes nuances. En particulier, le fait que "les assemblages polliniques mis en place par les eaux d'infiltration alimentant les stalagmites semblent refléter la végétation locale plutôt que la pluie pollinique régionale" (BASTIN, 1978) et la conclusion que "la croissance des stalagmites n'est pas limitée aux seules périodes interglaciaires; elle peut avoir lieu lors de périodes interstadières et même durant des phases pléni-glaciaires".

1.3. Conséquences quant à l'utilisation des planchers comme indicateurs paléoclimatiques.

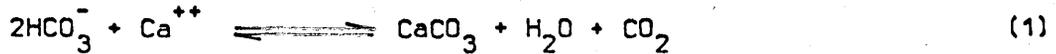
La compréhension de la genèse des planchers stalagmitiques doit obligatoirement passer par la connaissance de la morphologie karstique de la zone étudiée et nous rejoignons sur ce point P. RENAULT (1976) : "Beaucoup de fouilleurs ayant daté les dépôts fossilifères, n'étudient pas ou n'étudient qu'accessoirement les rapports de ceux-ci avec la morphologie ". Comme nous le verrons plus loin, les circulations d'eau règlent la croissance cristalline des concrétions et l'étude hydrologique du karst considérée ne peut être négligée; en particulier les possibilités d'infiltration retardée, ou les apports d'eau(x) fossile(s). L'étude du climat souterrain conduite en particulier au laboratoire de Moulis (ANDRIEUX, 1979) montre que les températures furent peut être plus élevées à l'intérieur du karst pendant les périodes froides, qu'on ne le croit généralement; si l'on admet alors que l'étanchéité du massif n'ait pas été parfaite, on réunit alors les conditions d'un concrétionnement en période froide.

En zone semi-aride, les planchers et concrétions devraient permettre un découpage climatique correspondant pour le moins à des alternances d'humidité et de sécheresse. Les recherches que nous menons portent sur quelques cavités marocaines (littoral atlantique: grotte d'El Harourha, grottes de Dar Es Soltane, grotte des Contrebandiers; Maroc oriental: grotte des Pigeons à Taforalt). Dans les stratigraphies des grottes littorales en particulier, les stalagmites témoignent d'arrêts de sédimentation terrigène et de suintements de voûte notables.

En conclusion, nous accorderons généralement une valeur d'indicateur paléoclimatique de phase tempérée aux planchers stalagmitiques (sous nos latitudes), sous réserve d'une approche pluridisciplinaire (géologie, morphologie karstique, hydrologie karstique, palynologie, etc). En l'absence d'éléments de contrôle, nous garderons présents à l'esprit les exemples contradictoires exposés plus haut.

2. VITESSE DE CRISTALLISATION DE LA CALCITE EN GROTTTE.

Le taux de croissance des dépôts de calcite en grotte est principalement contrôlé par les paramètres physico-chimiques du milieu environnant qui ont une influence sur l'équilibre entre les carbonates de calcium et l'eau. La réaction classique de précipitation:



ne traduit pas le mécanisme réel de la réaction de précipitation. Le taux de croissance des cristaux de calcite dépend:

- de la vitesse de diffusion des ions à travers l'eau jusqu'à l'interface cristaux-liquide,
- de la vitesse d'accumulation des ions sur la surface cristalline.

Le premier processus est traduit par une équation de la forme:

$$\dot{M} = dM / dt = k(X_s - X_l) S \quad (2)$$

dans laquelle M est la masse de calcite déposée, X_s et X_l sont les concentrations des composants de la calcite, respectivement à la surface du cristal et dans le liquide, k est un coefficient de transport et S est la surface du cristal. Pour une eau calme, la valeur de k est approximativement égale à D/L, D étant le coefficient de diffusion dans l'eau et L la distance sur laquelle la diffusion a lieu. Pour des écoulements turbulents ou laminares, d'autres valeurs sont données par PICKNETT et al. (1976).

La cinétique du second processus est moins bien comprise. REDDY et NANCOLLAS (1971) ont déterminé expérimentalement l'équation suivante:

$$\dot{M} = S (K_{sp} / a - k' (\text{Ca}^{++})(\text{CO}_3^{--})) \quad (3)$$

dans laquelle K_{sp} est la constante de solubilité de la calcite, (Ca^{++}) et (CO_3^{--}) les activités de ces ions en solution, a et k' sont des constantes. A la température de 25 °C, K_{sp} a une valeur de $1,5 \times 10^{-11}$ moles⁻¹ cm⁻², et k' est égal à 2200 mole⁻¹ s⁻¹ cm⁴. Toutefois, d'autres travaux ont montré que la vitesse de cristallisation des cristaux de calcite dépend fortement de la présence de défauts dans le réseau cristallin exposés à la surface du cristal puisque la croissance intervient préférentiellement aux abords des diverses dislocations. Le mécanisme de dépôt de calcite n'est donc pas encore très bien compris.

En dépit des incertitudes concernant la cinétique de la croissance cristalline de la calcite, nous savons que de nombreux paramètres du milieu environnant

influent sur la vitesse de croissance des dépôts calcitiques. On peut considérer un tel dépôt comme un feuillet plan de calcite polycristalline sur lequel circule une eau quelque peu sursaturée en calcite et à partir de laquelle la calcite précipite. Les principaux facteurs qui détermineront la vitesse "d'addition" au feuillet considéré sont, en grotte, de deux ordres:

- facteurs indirects,
- facteurs directs.

2.1. Les facteurs indirects.

Ils contrôlent les paramètres physico-chimiques de la croissance. Ce sont:

- les données de l'environnement à la surface du karst,
- les caractéristiques de la roche.

2.1.1. L'environnement à la surface du karst:

Les facteurs suivants: température, précipitations, densité et nature du couvert végétal, puissance de la couverture pédologique, durée de l'enneigement, caractéristiques du gel, conditionnent la production du CO_2 dans le sol et règlent la dissolution du bed-rock par l'action de l'acide carbonique dissous. Pendant les périodes d'installation d'un pergélisol, il ne peut y avoir de dissolution. De même, en zone aride, ou pendant des périodes de sécheresse, il n'y a pas de transport de carbonate de calcium.

2.1.2. Les caractéristiques de la roche:

Ce sont: présence de calcaires ou de dolomies, nature des joints de stratification, importance de la fracturation, présence de conduits karstiques et dimensions des drains, présence d'aquicludes, profondeur de la cavité sous la surface. Tous ces facteurs conditionnent la vitesse à laquelle l'eau cheminera vers la cavité et sa saturation en CO_3Ca . L'influence de ces facteurs a été discutée par THRAILKILL (1968) et PICKNETT et al. (1976).

2.2. Les facteurs directs.

Ce sont: la température de la cavité, son humidité, la pression partielle de CO_2 , la vitesse de l'écoulement d'eau sur la surface de calcite, les modalités des circulations d'air dans la cavité, le degré de sursaturation de l'eau, la valeur du rapport Mg / Ca de l'eau.

Ils détermineront la vitesse de cristallisation de la calcite et le taux de transport des ions Ca^{++} et CO_3^{--} aux surfaces cristallines. La nature de la surface (et essentiellement sa rugosité) conditionnera le caractère laminaire ou turbulent de l'écoulement et donc l'apport des ions à la surface d'accroisse-

1. LES PLANCHERS STALAGMITIQUES, INDICATEURS PALEOCLIMATIQUES.

Parmi la grande variété des dépôts quaternaires, ceux des grottes ont très souvent livré d'importantes stratigraphies riches en vestiges paléontologiques et préhistoriques et ont ainsi permis un découpage chronologique relatif; les progrès de l'analyse sédimentologique ont également autorisé une première approche des paléoclimats. Depuis quelques années, les datations absolues par diverses méthodes isotopiques permettent de cerner les âges absolus des différentes époques du Quaternaire. En grotte, les dépôts de calcite revêtent le plus souvent une importance particulière, soit sous la forme de concrétions de voûte (stalactites), de parois (draperies), de plancher (stalagmites, planchers stalagmitiques) ou de collections d'eau (gours, perles des cavernes). Seuls, les planchers stalagmitiques se rencontrent fréquemment in situ dans les stratigraphies et seuls ils nous intéresseront.

Les auteurs s'accordent généralement pour accorder aux planchers stalagmitiques une valeur paléoclimatique de période tempérée, sinon chaude et humide. Ainsi, pour H.LAVILLE (1975) "ces concrétions se forment lors d'épisodes climatiques assez humides et assez chauds pour que les infiltrations atteignent une teneur suffisante en CO_3Ca " généralement en coïncidence "avec un évènement climatique majeur". Pour J.C. MISKOVSKY (1974), "la formation de planchers stalagmitiques implique, sinon un climat chaud, du moins une période tempérée" afin "que les eaux chargées en bicarbonate puissent s'évaporer pour que le calcaire précipite sous forme de CO_3Ca ". Pour C. THIBAUT et F. PRAT (1976), les planchers stalagmitiques résultent de conditions climatiques chaudes et humides. A.DEBENATH (1974) et J.M. LE TENSORER (1979) accordent également une valeur interglaciaire ou interstadiaire aux divers planchers stalagmitiques qu'ils étudient.

Toutefois, il apparaît dans le détail que l'on peut nuancer et préciser, tant par des observations morphologiques du réseau karstique, que par une description minutieuse des planchers et par une approche méthodologique différente (analyse palynologique, paléotempératures etc). Quelques exemples empruntés à divers auteurs illustreront notre propos.

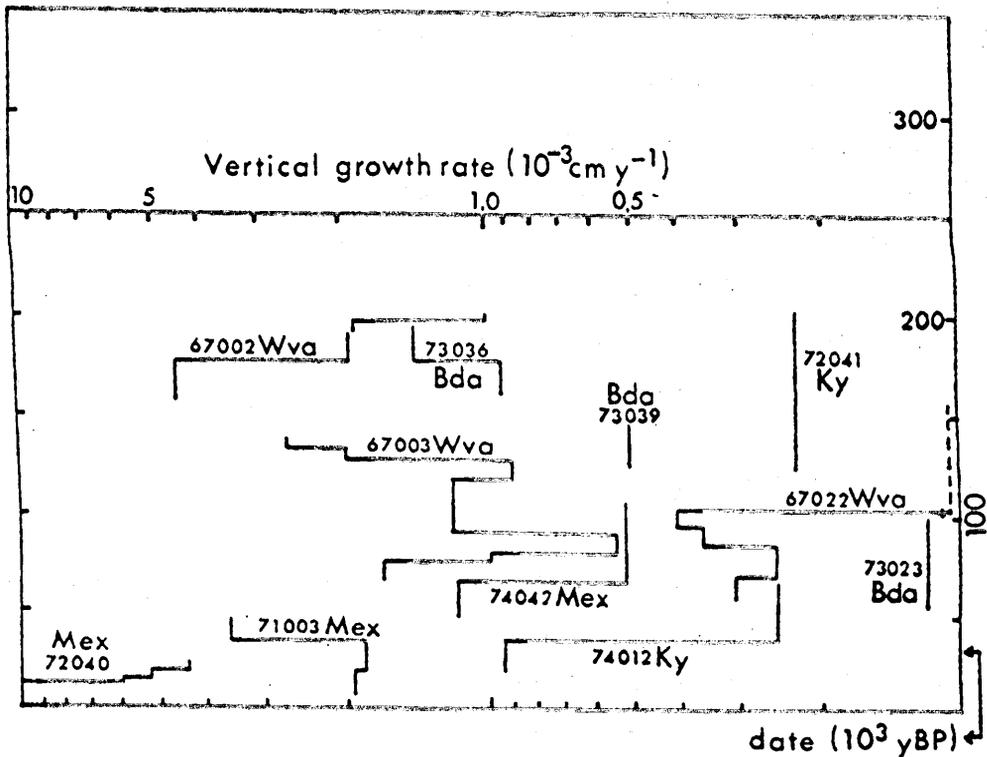
1.1. Exemple du karst de la Chaise (Vouthon, Charente, France).

Les gisements de la Chaise-de-Vouthon sont composés d'un ensemble de grottes et abris creusés dans les calcaires dolomitiques du Bajocien. Ils appartiennent à la zone active de la bordure du karst de la Rochefoucauld. Nous considérerons ici les deux abris principaux, abri Bourgeois-Delaunay et abri Suard qui communiquent entre eux par un couloir long d'une trentaine de mètres. Ces abris furent d'abord fouillés par P.DAVID, puis par l'un de nous (A.D.). La

ment, quoique ce ne soit pas, d'une façon générale, un facteur limitant de la croissance.

2.3. Quelques exemples.

Pendant l'épisode climatique actuel (Holocène), on doit s'attendre à ce que la vitesse de dépôt de calcite soit la plus élevée en zone tropicale, là où les températures sont relativement fortes et où les sols sont bien développés. Cela a été effectivement observé en Jamaïque et aux Bermudes où existent des cavités jeunes fortement concrétionnées. On peut s'attendre au contraire à ce que les grottes des zones arctiques ou alpines montrent des vitesses de croissance très lentes, tendant vers zéro pendant les périodes d'englacement à cause du développement d'un pergélisol et de l'arrêt des écoulements d'eau et de production de CO_2 (THOMPSON et al., 1976). Une belle démonstration en a été faite dans les Montagnes Rocheuses (HARMON et al., 1978): pour les derniers 300000 ans, la croissance des concrétions est périodique et les moments de croissance faible ou nulle se corrént avec les expansions des calottes glaciaires. Les mesures actuelles de vitesse de croissance sont peu nombreuses (HARMON et SCHWARCZ, 1980; THOMPSON et al., 1976; HARMON et al., 1975). La figure ci-dessous montre les variations de croissance dans différents sites.



Vitesse de croissance de stalagmites dans les grottes de l'Amérique du Nord et des Bermudes. Données rassemblées par HARMON et al., 1975. Il s'agit de vitesse de croissance verticale.(.../...)

(.../...)(suite de la légende): Les abréviations se rapportent aux sites étudiés: Bda=Bermuda, Mex=Mexico, Ky=Kentucky, WVa=West Virginia. Noter que la vitesse de croissance décroît généralement pendant le dernier grand cycle glaciaire (entre 80000 et 10000 B.P.) et croît rapidement au moment de la fonte des glaces, à partir de 10000 B.P. environ.

En général, la croissance verticale des stalagmites est de l'ordre de 1cm par millénaire. Toutefois, l'accumulation de calcite est fonction des dimensions des concrétions. Pour les stalagmites, l'accumulation en grammes par an est donnée par la formule:

$$\dot{M} = k \times r^2 \quad (4)$$

dans laquelle \dot{M} est la vitesse de croissance verticale, r le rayon et k une constante empirique .

Les vitesses de croissance les plus élevées ont été observées au Mexique, dans une région couverte par une jungle sub-tropicale. En zone tempérée, les vitesses varient de 0,1 à 2×10^{-3} cm année⁻¹ . Alors que les périodes climatiques froides sont la cause de la cessation ou du ralentissement de la croissance cristalline dans les cavités des régions tempérées et arctiques, sous des latitudes plus basses, il est plus probable que ce soient des périodes intermittentes d'aridité qui provoquent le même phénomène. Cela n'a pas encore été démontré mais des études en cours dans le karst d'Israël (WAKSHAL, com.pers) devraient apporter des éléments de solution.

3. LA DATATION DES NIVEAUX STALAGMITIQUES ET DES DEPOTS ASSOCIES.

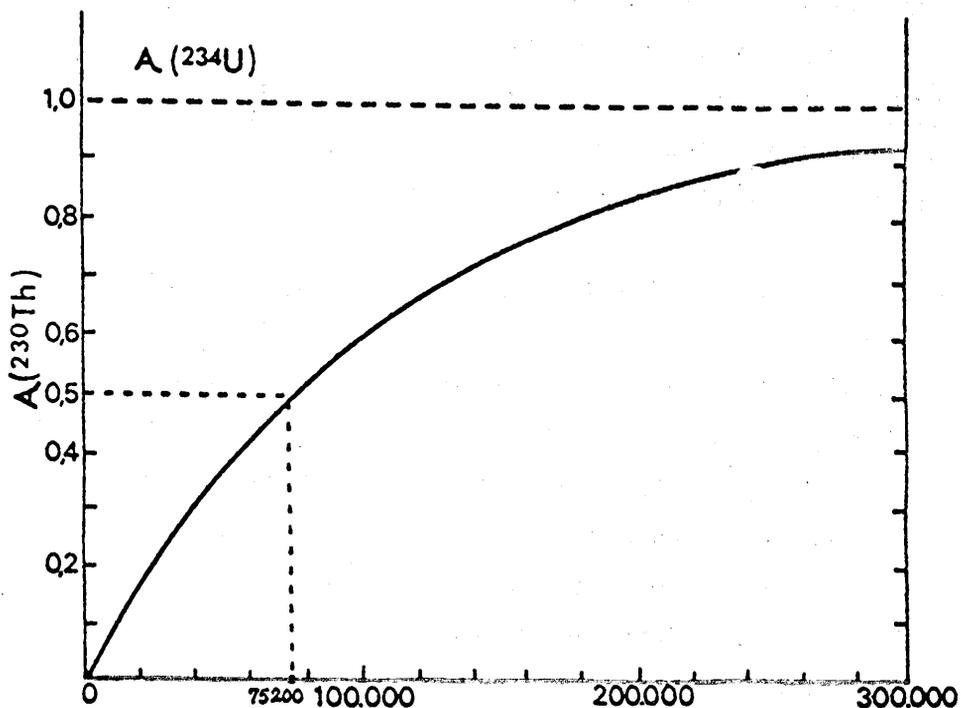
Les carbonates de calcium qui ont été déposés par précipitation chimique directe à partir d'eaux chaudes ou froides peuvent généralement être datés par un large éventail de méthodes qui utilisent la décomposition radioactive des isotopes piégés dans les carbonates au moment de leur précipitation. Nous ne retiendrons ici qu'une méthode, appliquée à la datation des planchers stalagmitiques: celle du déséquilibre des séries de l'Uranium.

3.1. Exposé de la méthode.

La calcite précipitée contient normalement de l'Uranium, précipité comme le calcium à partir de la solution mère. Le Thorium, insoluble dans les eaux de surface, n'existe pas dans les dépôts de calcite fraîchement formés. Il devient donc possible de déterminer l'âge d'un dépôt quaternaire de calcite en fonction de sa teneur en Th-230 , issue de la désintégration de l'Uranium 234 au sein de la calcite. Le schéma de désintégration est le suivant:

$^{238}\text{U} \xrightarrow{\alpha} ^{234}\text{Th} \xrightarrow{\beta^-} ^{234}\text{Pa} \xrightarrow{\beta^-} ^{234}\text{U} \xrightarrow{\alpha} ^{230}\text{Th} \xrightarrow{\alpha} ^{226}\text{Ra}$ et $^{235}\text{U} \xrightarrow{\alpha} ^{231}\text{Th} \xrightarrow{\beta^-} ^{231}\text{Pa}$
 avec des périodes de $2,49 \times 10^5$ ans pour ^{234}U , $7,52 \times 10^4$ an pour ^{230}Th , $1,62 \times 10^3$ an pour ^{226}Ra , $7,13 \times 10^8$ an pour ^{235}U , $3,4 \times 10^4$ an pour ^{231}Pa . Le Thorium 230 forme donc un équilibre radio-actif avec sa source d'Uranium 234, avec une

période de 75000 ans. Lorsque l'échantillon contient une quantité assez importante d'Uranium, on observe le développement de ^{231}Pa à partir de ^{235}U . Les rapports $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ et $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ permettent de déterminer des âges compris entre 2000 et 400000 B.P.. Les planchers que l'on veut dater par cette méthode doivent être imperméables et à grain grossier, sans élément détritique hérité qui puisse enrichir artificiellement l'échantillon en Thorium. La figure ci-après montre la croissance de ^{230}Th en équilibre avec son parent, l'Uranium 234. En ordonnée est portée l'activité des isotopes en désintégration par unité de temps et pour un gramme d'échantillon; l'activité de l'Uranium 234 est considérée comme constante; l'activité du Thorium 230 atteint la moitié de celle de l'Uranium 234 ($\text{Th-230}/\text{U-234} = 0,5$) après 75200 ans.



3.2. Exemple de datation.

Nous avons déjà considéré dans la première partie de notre exposé les planchers stalagmitiques des gisements de la Chaise (Vouthon, Charente, France) et plus particulièrement ceux de l'abri Bourgeois-Delaunay, couches 7 et 11, et de l'abri Suard, couche 53'. Les résultats obtenus sont les suivants:

Echantillons	Teneurs en U (ppm)	Rapports d'activité			Age $\times 10^3$ ans B.P.	Nombre d'éch.
		$\frac{230_{Th}}{234_U}$	$\frac{234_U}{238_U}$	$\frac{230_{Th}}{232_{Th}}$		
Couche 7 B.D.....	27 \pm 0,1	626 \pm 0,34	1,037 \pm 0,37	1000	106 \pm 10	2
Couche 11 B.D. ...	22 \pm 0,1	744 \pm 0,39	1,046 \pm 0,38	28 \pm 14	146 \pm 16	3
Couche 53' Suard..	13 \pm 0,1	827 \pm 0,60	1,048 \pm 0,90	14 \pm 7	185 \pm 30	3

L'age absolu de la couche 7, qui correspondrait à l'interstade Würm I-Würm II, est en accord avec celui du récif soulevé n°II de Barbados (MESOLELLA *et al.*; 1969). Ce récif représente la premier haut-niveau de la mer après l'interglaciaire Riss-Würm d'il y a 125000 ans (récif n°III). La couche 11 semble avoir été formée un peu tôt par rapport à l'age généralement admis pour le dernier interglaciaire: 146000 le placeraient plutôt dans l'épisode le plus froid de la fin du cycle glaciaire rissien (Riss III), ce qui est en contradiction avec les données de la palynologie. En ce qui concerne la couche 53', si l'interstade RissII-Riss III se place effectivement dans l'échelle de SHACKLETON et OPDYKE (1976) vers 195000 ans, l'age obtenu serait compatible. Rappelons que l'age de la couche 51 de l'abri Suard avait été précédemment obtenu par thermoluminescence à 126000 \pm 15000 B.P., ce qui est significativement plus récent. Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus dans leur cadre stratigraphique:

Chronologie des gisements de La Chaise

	Abri Bourgeois-Delaunay	Abri Suard fouilles P. David	Abri Suard fouilles A. Debénath	Age B.P..	
Würm III.....	2		-		
Interstade Würm II-Würm III.....	3?		-		
Würm II.....	4 5	-	-		
					6
Interstade Würm II-Würm I.....	7 (stalagmite)	-	-	106000 \pm 10000	
					8
Würm I.....	8' 9 9' 10	I			
Interglaciaire Riss-Würm.....	11 (*) (stalagmite)	Bréchification	Plancher stalagmitique supérieur	146000 \pm 16000	
Riss III.....	12'	III-IV V-VI (m) VII VIII			
				51 (*) 126000 \pm 15000	
				52 53 (*) .../...	

.../...

Interstade Riss II-Riss III.....

}	Plancher	
	stalagmitique	185000 <u>+30000</u>
	inférieur	

Riss II

13?

54

(*) Presence de restes humains.

Bibliographie: (dans l'ordre d'appel des références)

LAVILLE H.(1975) - Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord. Etudes quaternaires, 4, 422 p.

MISKOVSKY J.C. (1974) - Le Quaternaire du Midi méditerranéen. Etudes quaternaires, 3, 330 p.

THIBAUT C. et PRAT F. (1976) -Le gisement de Nauterie à la Romieu(Gers).Mém.du Mus. d'Hist. Nat., Paris, sérieC, tome XXXV.

DEBENATH A. (1974) - Recherches sur les terrains quaternaires charentais et les industries qui leur sont associées. Thèse d'Etat, Bordeaux, 2 vol., 677 p.

LE TENSORER J.M. (1979) - Recherches sur le Quaternaire en Lot et Garonne . Thèse d'Etat, Bwrdeaux, 1 vol., 812 p.

LEROI-GOURHAN A. (1967) - Pollens et datations de la grotte de la Vache (Ariège) Bull.,Soc. Préhist. Ariège, tome XXII, 1967, p.113-128.

BASTIN B.(1978) - L'analyse pollinique des stalagmites: une nouvelle possibilité d'approche des fluctuations climatiques du Quaternaire. Ann. Soc. Géol. Belgique Tome 101, p.13-19.

BASTIN B.(1976) - Etude palynologique des couches E2, D et Bs de la grotte de Fontéchevade (Charente). Bull. Soc. Roy. belge Anthrop. Préhist., 87, p.15-27.

RENAULT P. (1976) - Les karstifications pendant le quaternaire. La Préhistoire Française, tome I1, p.192-200.

ANDRIEUX C. (1979) -Problèmes soulevés par l'action des circulations d'eau et d'air sur le climat des cavités souterraines dans les massifs karstiques. La fin des temps glaciaires en Europe, C.N.R.S. Ed., p.127-140.

PICKNETT R.G., BRAY L.G., STENNER R.D. (1976) - The Chemistry of cave waters in The Science of Speleology, Academic Press, London, p. 213-266.

THRAILKILL J.V.(1968) - Chemical and hydrologic factors in the excavation of limestone caves. Bull. Geol. Soc. America, 79, p.19-46.

THOMPSON P., SCHWARCZ H.P., FORD D.C. (1976) - Continental pleistocene climatic variations from speleothem age and isotopic data. Science, 184, p.893-895.

HARMON R.S., FORD D.C., SCHWARCZ H.P. (1978) - Interglacial chronology of the Rocky and Mackenzie Montains based on $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dating of calcite speleothems. Can. Jour. Earth. Sci. 14, p. 2543-2552.

HARMON R.S. et SCHWARCZ H.P. (1980) - Uranium-series dating of a cave in Missou-

ri. U.S.A. (en préparation).

HARMON R.S., THOMPSON P. SCHWARCZ H.P. FORD D.C. (1975)- Uranium-series dating of speleothems. Nat. Speleol. Soc. Bull. ,37,13p.

SCHWARCZ H.P. , DEBENATH A. (1979) - Datation absolue des restes humains de la Chaise-de-Vouthon (France) au moyen du déséquilibre des séries d'Uranium. C.R. Acad.Sci. Paris, t 288, série D, p. 1155-1157.

MESOLELLA K.,R. MATTEWS,W.S. BROECKER,THURBER D.L. (1969) -J. Geol,77,p.250.

SHACKLETON N., OPDYKE N. (1976) - Geol. Soc. Am. Mem. 145, p.449.

SCHVOERER M., ROUANET J.F., NAVAILLES H. DEBENATH A. (1977) - C.R. Acad. Sci., tome 284, série D, p 1979.

DEBENATH A. Bull. Soc. Anthropol. Paris, 1975, p.417.

DEBENATH A. J. Human Evol., 6, 1977, p.297.

SCHWARCZ H.P. (1980) - Absolute age determination of archaeological sites by uranium-series dating of travertines. Archaeometry, 22, p.3-24.