

SPÉLÉOTHÈMES

Archives du climat

UN LIVRE DE DOMINIQUE GENTY

Directeur de recherche au CNRS & photographe

Préfaces de JEAN JOUZEL

Prix Nobel de la paix avec le Giec en 2007

& RICHARD MAIRE

Directeur de recherche émérite au CNRS

SORTIE: 20 OCTOBRE 2022

80 planches photographiques 112 pages de documents scientifiques 20,5 x 29,5 cm - 196 pages

Prix : 45€

Pour Dominique Genty, les grottes auxquelles il a consacré son activité de recherche depuis une trentaine d'années sont l'objet d'une double passion. Les stalagmites, sur les propriétés desquelles il est intarissable, constituent certes des archives exceptionnelles de notre climat et de notre environnement; mais elles sont pour lui bien davantage : des objets d'art façonnés par la nature sur lesquels il porte un regard d'esthète. »

JEAN JOUZEL

Climatologue Prix Nobel de la paix avec le Giec en 2007 Directeur de Recherche émérite au CEA

Cette stalagmite de 150 cm de la grotte de Clamouse (Hérault) a enregistré les variations de température entre 377 000 ans et 240 000 ans. Son analyse a permis de confirmer l'existence de deux grandes périodes interglaciaires.



À LA RECHERCHE DU TEMPS PÉTRIFIÉ

Dominique Genty est un scientifique français internationalement reconnu dans sa spécialité. Paléoclimatologue, Directeur de recherche au CNRS, il est également passionné de photographie depuis l'adolescence et nous offre avec "Spéléothèmes, Archives du climat" un ouvrage hors-norme, conçu à la fois comme un livre d'art et un livre de sciences.

Plus de 80 photographies reproduites en pleine page nous dévoilent les splendeurs cristallines qui se cachent sous la gangue calcaire des stalactites, des stalagmites et autres concrétions sculptées goutte à goutte par l'écoulement des eaux dans les gouffres et les grottes de France et du monde. Textes et légendes rendent accessibles au grand public 30 années de recherche qui ont révolutionné notre connaissance du climat et de la Préhistoire, en démontrant que ces dépôts minéraux que l'on nomme "spéléothèmes" enregistrent depuis des milliers d'années, avec une précision quasi saisonnière, l'évolution de l'environnement et les traces des activités humaines.

LE REGARD DU CHERCHEUR...

Dominique Genty est à l'origine de découvertes majeures. Il a notamment démontré que les stalagmites étaient composées de couches annuelles de croissance appelées "lamines", comparables aux cernes des arbres, dont le décompte permet d'établir des



La grotte d'Arcy-sur-Cure, dans l'Yonne.

chronologies d'une grande précision à l'échelle des temps géologiques. Il a également démontré que la plus ou moins forte présence de carbone 13 dans les spéléothèmes était liée à la densité de la couverture végétale au-dessus des grottes, elle-même liée au climat. Il a ainsi contribué à reconstituer précisément les évolutions des climats passés de façon extrêmement précise, démontrant leurs complémentarité aux études des carottes de glace, marines et lacustres. ... \Rightarrow

Ses découvertes ont été d'un apport inestimable pour l'étude si importante aujourd'hui de l'évolution du climat de la terre, mais également pour l'archéologie. Car les concrétions que l'on trouve dans les grottes portent la trace des activités humaines : qu'il s'agisse de feux allumés par nos ancêtres préhistoriques, des essais nucléaires du XX^e siècle, ou encore de déforestations au Moyen Âge. Les travaux de Dominique Genty ont en particulier permis de confirmer l'âge de l'occupation de la grotte Chauvet, avec ses peintures de 35 000 ans deux fois plus anciennes que celles de Lascaux, mais aussi de reconstruire l'évolution du climat de la région sur des dizaines de milliers d'années.

...& L'ŒIL DU PHOTOGRAPHE

Mais Dominique Genty est aussi passionné de photographie depuis l'âge de 14 ans, et n'a eu de cesse d'explorer les techniques les plus modernes comme les procédés anciens. Son parcours professionnel l'a ainsi amené à travailler dès les années 1980 avec les images numériques, tandis que sa passion pour l'histoire de la photographie l'a conduit à s'initier à la technique ancestrale du daguerréotype, qu'il pratique à titre personnel depuis 2007.

Dominique Genty porte donc sur les stalactites et les stalagmites un regard à la fois scientifique et artistique. Les échantillons qu'il étudie sont systématiquement photographiés au scanner en très haute résolution, après avoir été coupés puis polis, afin de révéler les secrets de leurs entrailles. Mais parmi les innombrables clichés qu'il réalise dans un but de documentation scientifique, il sélectionne certains d'entre eux pour des raisons souvent purement esthétiques. Il passe alors de longues heures à les retravailler dans le but de magnifier les œuvres



Sur ce spéléothème de la grotte de Gueldaman (Algérie), les cendres des feux et les suies ont laissé des couches foncées. La partie centrale, particulièrement sombre, correspond ainsi à une période d'activité humaine intense, entre 5 000 et 4 500 ans BP (Before Present).

d'art façonnées par la nature au fond des grottes. Il s'attache notamment à leur forger un écrin, en remplaçant le fond grisâtre et maculé de poussières des scans originaux par un fond d'un noir profond et uniforme, pareil à l'obscurité des gouffres.

émerveillement toujours renouvelé. C'est cet émerveillement de savant et d'artiste qu'il a souhaité partager auprès d'un large public avec "Spéléothèmes, Archives du climat", son premier ouvrage.

LIVRE D'ART & OUVRAGE SCIENTIFIOUE

Quatre-vingts de ces clichés ont été soigneusement choisis par Dominique Genty pour être reproduits dans son livre, "Spéléothèmes, Archives du climat". Le cœur de l'ouvrage se déploie ainsi sous la forme d'un cahier photographique qui occupe près de la moitié des deuxcents pages que compte le livre. La maquette est conçue de façon à ce que rien ne vienne distraire le lecteur de la contemplation des spéléothèmes, de la diversité de leurs formes, des mille nuances brunes, orangées ou bleutées de leurs cristaux translucides...

Sur ces images, seules sont indiquées la taille et la provenance des échantillons, ainsi que la page de l'ouvrage où se trouve la légende détaillée dévoilant les messages paléoclimatiques et archéologiques de chacun des échantillons présentés. Préfacé par le climatologue Jean Jouzel, prix Nobel de la Paix 2007 avec le GIEC, et par le spéléologue et karstologue Richard Maire, Directeur de Recherche émérite au CNRS, l'ouvrage est également brièvement introduit pas Dominique Genty et complété par un cahier scientifique, qui apporte un premier regard généraliste sur les méthodes et les enseignements de cette nouvelle science qu'est l'étude des spéléothèmes.

Natif du Périgord, où il vit toujours, Dominique Genty explore les grottes depuis l'enfance. Il a consacré sa vie à leur étude, avec un



En étudiant ces spéléothèmes du tunnel de Godardville, Dominique Genty a démontré au début des années 1990 que les stalagmites, une fois sciées et polies, peuvent laisser apparaître de fines couches de croissance, à l'image des cernes des arbres. Cette alternance entre les lamines claires et sombres permet de calculer le temps passé, à l'année près.

La fine lamine qui se construit au fil de l'accumulation des gouttes chutant des stalactites (...) enregistre la température, la composition de la pluie, la végétation et ainsi le climat d'un moment donné. Or, ce dernier est dépendant de l'énergie reçue a la surface de la Terre, elle-même liée à la position de notre planète par rapport au Soleil. Avec le Soleil, ce sont la Lune et les autres planètes, Jupiter et Saturne, qui par leurs effets de marée, provoquent les balancements réguliers de l'axe de rotation de la Terre et contrôlent ainsi son orbite : l'obliquité, la précession de équinoxes, l'excentricité sont toutes à l'origine des cycles climatiques. N'est-il pas surprenant de pouvoir restituer tous ces effets, tous ces rythmes naturels, en étudiant ces stalagmites qui ont grandi sous terre ? » DOMINIQUE GENTY



Ce spéléothème de 8 cm de haut a permis de dater l'éboulis qui a fermé la grotte Chauvet, il y a plus de 5500 ans.

BIOGRAPHIE DE DOMINIQUE GENTY

Né à Périgueux en 1961, Dominique Genty est Directeur de Recherche au CNRS (laboratoire EPOC - Environnements et Paléo- environnements Océaniques et Continentaux). Il débute ses études à l'Institut de Géodynamique de l'Université de Bordeaux 3 et soutient en 1988 sa thèse de doctorat sur le traitement numérique d'images appliqué à l'étude des roches. Après quelques années passées comme ingénieur en traitement d'images numériques, il rejoint le monde universitaire en 1992 et effectue un post-doctorat à la Faculté Polytechnique de Mons, en Belgique. C'est alors qu'il commence ses recherches sur les spéléothèmes comme "enregistreurs d'environnements anciens et récents".

Il entre au CNRS en 1994 et est affilié, successivement, à divers laboratoires dont les recherches concernent tous les sciences du climat : le Laboratoire de Géochimie Isotopique de l'Université d'Orsay, GEOTOP de l'Université de Montréal et Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement de l'Université Paris-Saclay, où il a effectué une grande partie de sa carrière, avant de rejoindre en 2018 le laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux.

Passionné de photographie depuis l'adolescence, Dominique Genty utilise des techniques de photographie récentes ou anciennes, comme celle du daguerréotype, qu'il pratique depuis 2007.

Découvertes

Dominique Genty est l'auteur de nombreuses contributions et découvertes, dont certaines majeures dans sa discipline :

- Démonstration de l'existence de couches annuelles dans la structure interne des stalagmites, permettant d'établir des chronologies précises ;
- Démonstration de l'existence d'un nouveau signal paléoclimatique, le carbone 13 de la calcite des stalagmites ;
- Détection du pic des essais nucléaires dans les stalagmites modernes et démonstration de son intérêt pour l'étude du transfert du carbone entre le sol et les spéléothèmes, la datation au radiocarbone et la définition d'un nouvel indicateur paléoclimatique;
- Compréhension des relations actuelles entre le milieu souterrain (climat, hydrologie, géochimie) et l'extérieur (climat, végétation) et ses conséquences pour la l'interprétation des signaux paléoclimatiques des spéléothèmes.

Expositions de photographies

2015 *First Light*, daguerréotypes du Soleil et de l'Observatoire de Paris, CNAM, Paris, en collaboration avec l'artiste Lily Hibberd

2015 *Contemporary Daguerreotype*, Walk Gallery, Atlanta (collective)

2013 *Image Object*, première exposition américaine de daguerréotypes contemporains, Center for alternative photography, NYC (collective)

2009 Exposition de daguerréotypes contemporains internationaux, Hôtel de Malestroit, Bry-sur-Marne

Autres expositions

Par la mise à disposition de sa collection de spéléothèmes, Dominique Genty a contribué à plusieurs expositions de l'artiste Dove Allouche, dont *Point triple* (Centre Pompidou, 2013) et *Des caractères extérieurs* (gb agency, 2018).

Bourses et prix

2020 2nd prix Photo science Délégation CNRS région Nouvelle Aquitaine

2017 Field Discovery Award du Forum Archéologique de Shanghai (Shanghai Archaeology Forum)

2011 1er prix d'excellence scientifique de l'Université Versailles Saint-Quentin avec le thème «Dynamique et archives

du climat» prix collectif avec le LSCE

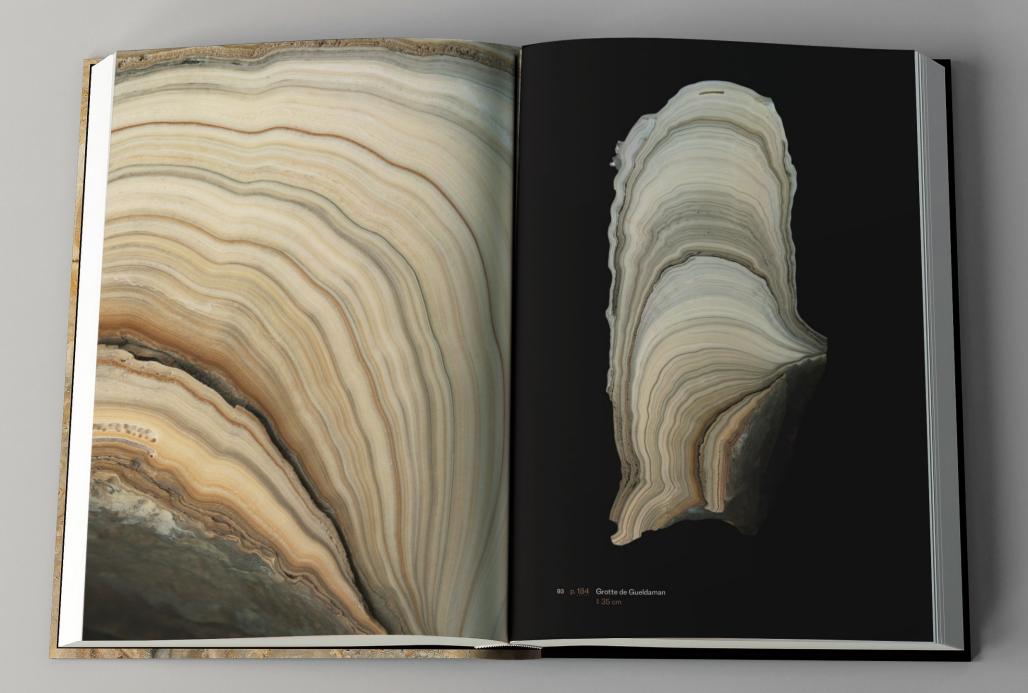
2008 « Excellent Award for contributions to the karst society », Karst Record 5, Southwest University of China

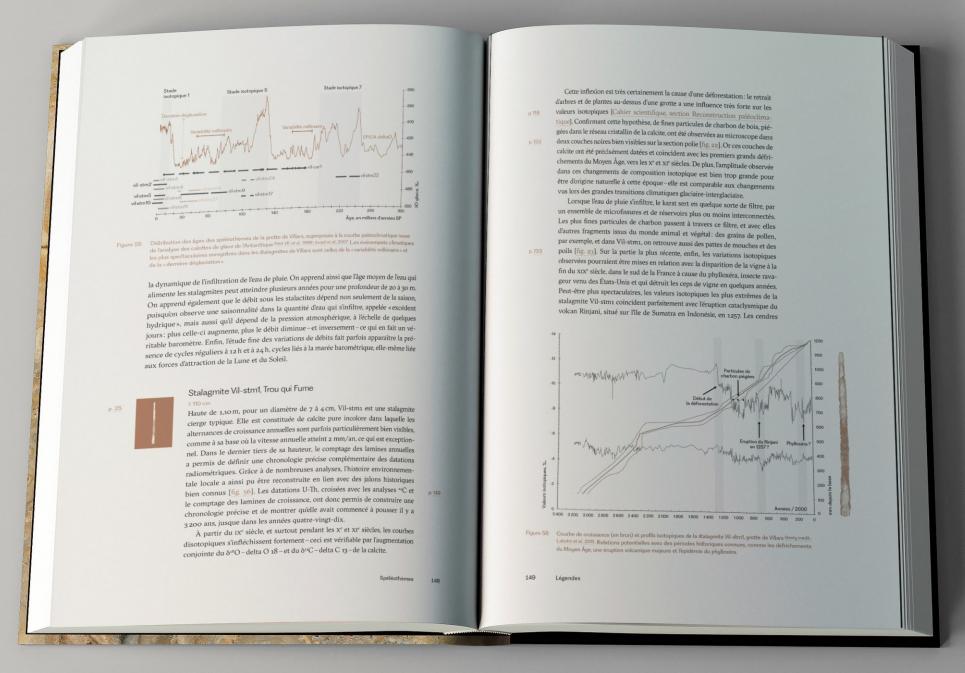
2004 Prix de l'Académie des Sciences Louis D. Prix collectif de l'équipe paléoclimat du LSCE.



Le cœur de l'ouvrage se déploie sous la forme d'un cahier photographique de 98 pages.







De plus, grâce aux progrès techniques et à une meilleure connaissance des constantes de demi-vie des isotopes radioactifs, les précisions sur les âges U-Th peuvent être parfois encore meilleures (<1%) Cheage

Enfin, d'autres méthodes sont utilisées de façon moins systématique. Le carbone 14 (radiocarbone ou ¹⁴C), habituellement utilisé pour dater les restes organiques sur une période beaucoup plus courte (<50 000 ans), peut être dosé dans la calcite des spéléothèmes. Cette méthode reste imprécise du fait de la méconnaissance de la variation de la proportion de carbone issu de la dissolution du calcaire dans le temps, mais elle peut parfois aider à l'interprétation de résultats U-Th douteux George et al. 1998 1990 2000. Plus anecdotique est l'utilisation du radium 226 (126 Ra) pour dater sur les derniers millénaires (2004 et au ou de l'uranium-plomb (U-Pb), méthode qui permet de remonter à plus d'un million d'années, cas des stalagmites très anciennes des grottes de la plaine de Nullarbor, en Australie

Reconstructions paléoclimatiques

Les principaux signaux utilisés dans les spéléothèmes pour reconstituer les climats anciens

- 1º les éléments chimiques piégés dans la calcite (Sr. Ba, Mg, U, etc.);
- 2^c les isotopes de la calcite: rapports des atomes «lourds/légers» de l'oxygène $[\delta^{s}O]$ ou delta O 18) et du carbone (813C ou delta C 13).

Plus rarement, d'autres paramètres sont utilisés: les isotopes des inclusions fluides piégées dans la calcite (oD, oso); la matière organique (lipides, acides aminées); la pétrographie (texture, fabrique) et la vitesse de croissance.

Pour effectuer ces mesures, on prélève, à l'aide d'un micro-foret, quelques milligrammes de calcite sur une section polie de spéléothème, puis on effectue les analyses avec des spectromètres de masse. Les résultats de ces mesures sont alors remis sur une échelle chronologique, issue de la datation U-Th en général, afin de visualiser les variations du climat dans le passé [Vil-stm9; Vil-stm27].

Éléments chimiques piégés dans la calcite

La calcite des spéléothèmes contient, soit dans ses défauts cristallins, soit par substitution du Ca dans le réseau cristallin, des éléments mineurs, ou traces, qui apportent aussi une information paléoenvironnementale Fairchald et al. 2000. Leur interprétation est complexe car elle fait intervenir plusieurs facteurs: la composition du sol, celle du calcaire encaissant, l'intensité de la dissolution des éléments chimiques et les conditions de précipitation de la calcite (température, sursaturation, vitesse de croissance, etc.). On utilise, pour doser ces éléments, des techniques de plus en plus précises qui permettent d'analyser jusqu'à des surfaces de quelques micromètres de diamètre sur une section polie de stalagmite : ablation laser couplée à la spectrométrie de masse (LA-ICP-MS), fluorescence X par synchrotron, microsonde ionique et. plus récemment, LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) [fig. 11-c]. Cependant, la signification climatique des éléments mesurés dans les spéléothèmes est différente. Les éléments Ba, Na et Sr peuvent être sensibles à la vitesse de croissance des spéléothèmes alors que Mø et U peuvent refléter la paléohydrologie. Certains sont liés à la végétation en surface, comme P, Zn et Cu [fig. 4].

Spéléothèmes

Les éléments chimiques sont aussi des marqueurs chronologiques. En effet, lorsque les lamines annuelles ne sont pas visibles dans la structure de la calcite, l'analyse des éléments trace peut révéler des variations saisonnières, donnant ainsi une chronologie relative ou absolue, à l'année près. Ce type d'analyse est utilisé pour connaître la durée d'un événement climatique rapide Bourdin et al. 2011

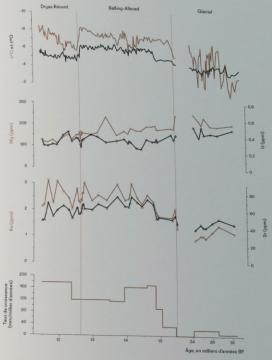
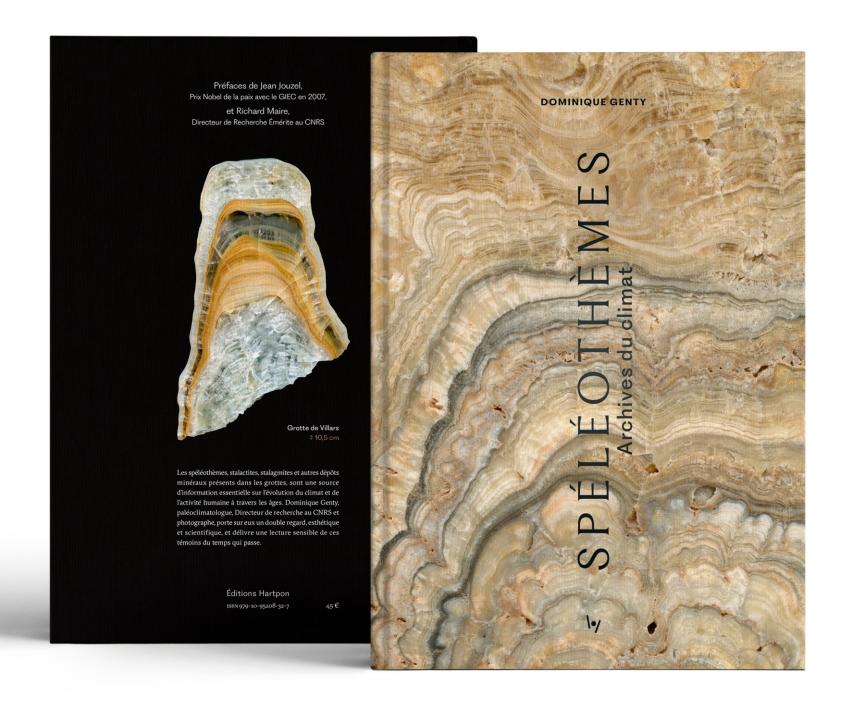


Figure 4 Exemple d'utilisation des éléments traces comme indicateurs des paléor de la grotte Chauvet Bourdin et al. 2011, On remarque le lien entre les teneurs en Sr et Ba avec la vitesse de croissance (courbe du bas). La période comprise entre 16 ka et 11 ka correspond à la dernière déglaci chimiques piégés dans la calcite ont évolué au cours de cette période de échauffement majeur.

Cahier scientifique





editions.hartpon.com