Compte rendu de la campagne de fouilles 2011

Site Jurassique de Charnay (Rhône) du 10 au 22 Juillet

Paléoenvironnements et vertébrés du Jurassique de Charnay - Mission Juillet 2011

DATES DE LA MISSION SUR LE TERRAIN

Du 10/07 au 22/07/2011

ZONE DE TRAVAIL

Carrière Lafarge située sur les communes de Saint-Jean-des-Vignes, de Belmont d'Azergues et de Charnay, et dans une ancienne exploitation viticole dans le Hameau des Crières (Commune de Charnay).

PARTICIPANTS A LA MISSION

ÉQUIPE DIRIGEANTE :

- Jeremy E. Martin (13 au 20) co-responsable de la mission (paléontologie), chef de mission
- Alex Léna (10 au 13 et du 18 au 22) co-responsable de la mission (paléontologie), chef de mission
- Peggy Vincent (10 au 22) co-responsable de la mission (paléontologie)
- Guillaume Suan (10 au 22) co-responsable de la mission (stratigraphie)
- Baptiste Suchéras-Marx (16) co-responsable de la mission (stratigraphie)
- Louis Rulleau (11 au 22 en matinée) co-responsable de la mission (paléontologie)
- Kévin Janneau (10 au 22) gestion de l'inventaire et de la préparation du matériel découvert

FOUILLEURS BENEVOLES :

Olivier Ambrosini
Julie Blugeot
Jérémy Deroire
Corentin Duroux
Jocelyn Falconnet
Mikk Gashkov
Géraldine Gelle
Silvia Králiková
Ronan Ledevin
Cyril Maurice
Julien Milad
Vincent Perrier
Kellie Poure
Jan Schlögl
Martin Silts
François Voute
Martin Tuul
Alexandra Zortea

Section GéoPaléo :

Jean Arbault
Robert Berthodin
Marc Dupoizat
Gérard Joly
Denis Murienne
René-Claude Werth

ORGANISATION DE LA MISSION

Les activités de terrain de la mission 2011 ont été planifiées en plus grande partie lors de deux réunions de préparation qui se sont déroulées à la fin de l'hiver et au début de l'été 2011. La 1ère réunion s'est tenue le 18 février 2011 à l'Université Lyon 1 en présence d'A. Léna, G. Suan, L. Rulleau, B. Suchéras-Marx, K. Janneau, Jean Arbault et Didier Berthet, et fut consacrée aux stratégies de fouille et de production scientifique, ainsi qu'au choix des dates de la campagne 2011. La possibilité d'effectuer des travaux de décapage préliminaires avant la mission proprement dite a été ainsi évoquée et approuvée par les membres de Paléorhodania. Ces importants travaux de préparation ont été réalisés par Thierry Fuentes le 23 juin 2011 à l'aide d'une pelle mécanique et sous la supervision de Kévin Janneau. Ce décapage a permis la mise à l'affleurement d'une surface de fouille dépassant 200 m^2. Les démarches concernant le lieu d'hébergement et la sécurité sur le site ont été entreprises par A. Léna au cours du printemps.

Repos bien mérité au lieu d'hébergement pour l'équipe internationale de fouilleurs.

Travaux de prospection dans les sédiments aaléniens

Une deuxième réunion de préparation s'est tenue le 7 juillet 2011 au CCEC (Centre de Conservation et d'Etudes des Collections, Musée des Confluences) en présence de J.E. Martin, A. Léna, P. Vincent, L. Rulleau et D. Berthet. Cette réunion s'est concentrée sur l'organisation pratique de la mission : achats des provisions, du matériel nécessaire à la fouille proprement dite et répartition des diverses tâches. Les achats des vivres, de l'équipement électroménager et du matériel de terrain ont été effectués le 8 et le 9 juillet ; le matériel de fouille, les denrées alimentaires et l'équipement ménager ont été transférés vers le lieu d'hébergement par A. Léna et J. Martin dès le samedi 9 juillet 2011. Le dimanche 10 juillet a été consacré au transport des fouilleurs et du matériel de dégagement vers le lieu d'hébergement, ainsi qu'au nettoyage et aux divers travaux d'aménagement de ce dernier.

Le travail de terrain proprement dit a débuté le Lundi 11 Juillet et s'est achevé le Vendredi 22 Juillet. Les fouilles ont été interrompues le dimanche 17. Au total, le travail de terrain s'est déroulé sur 11 jours. Les travaux de terrain ont eu lieu entre 8h00 et 12h00 le matin et entre 16h et 19h45 l'après-midi. Ces horaires ont parfois dû être modulés en fonction des conditions climatiques. L'inventaire, le classement et la préparation du matériel découvert a été réalisé au fur et à mesure par K. Janneau durant chaque après-midi de la semaine.

Toutes les personnes présentes sur la carrière lors de la campagne (fouilleurs et équipe dirigeante) ont suivi au préalable une formation relative aux normes et règles de sécurité en vigueur sur la carrière ainsi qu'un test sous forme d'un QCM.

TRAVAUX DE LA MISSION

A) RECHERCHES DE TERRAIN

1) TRAVAUX PALEONTOLOGIQUES

Durant la première semaine, trois niveaux stratigraphiques distincts ont été fouillés, dont l'un sur une très grande surface (**Figure 1**) :
- le niveau T1, constitué de marnes et calcaires massifs de la zone à *serpentinum* (Toarcien inférieur).
- les argilites noires à « bonebeds » situées entre les zones à *serpentinum* et à *bifrons* (base de carrière, Toarcien inférieur).
- les marnes de la transition entre les zones à *bifrons* et à *variabilis* (sommet Toarcien moyen).

Durant la deuxième semaine, trois niveaux ont également été fouillés et un quatrième prospecté (**Figure 1**) :
- le fond de la tranchée (la zone à *tenuicostatum*, Toarcien inférieur).
- les marnes de la transition entre les zones à *bifrons* et à *variabilis* (sommet Toarcien moyen)
- blocs de calcaires gréseux de l'Aalénien situés de l'autre côté du flanc fouillé en détail.
- les calcaires massifs du sommet de la zone à *serpentinum* (base de carrière, Toarcien inférieur).

TOARCIEN INFERIEUR :

Les niveaux les plus inférieurs de la carrière ont bénéficié d'un décapage mécanique (bulldozer) le mercredi 13 juillet, permettant pour la première fois un suivi détaillé de son contenu fossilifère. Le niveau massif de calcaire dolomitique le plus profond atteint par la tranchée en 2009 (**Figure 1**) a ainsi livré des restes de bois préservés en trois dimensions, et une grande quantité de bélemnites et d'ammonites. Plusieurs de ces ammonites se sont révélées identifiables au niveau spécifique (*D. (O.) tenuicostatum, D. (O) semicelatum, D. (O.) crosbeyi*) et permettent de dater précisément cet intervalle stratigraphique (zone à *tenuicostatum*) très peu représenté dans la carrière. La surface de ce banc massif est tapissée par une véritable lumachelle composée de restes osseux millimétriques et de débris d'huîtres, et a livré des restes isolés d'ichtyosaure (vertèbres et côtes ; **Figure 2**). Ces éléments osseux, bien que relativement mal préservés et indéterminables au niveau générique, démontrent la présence de restes de vertébrés dans la zone à *tenuicostatum,* intervalle qui livre habituellement très peu de restes osseux dans les localités contemporaines (Allemagne et Angleterre).

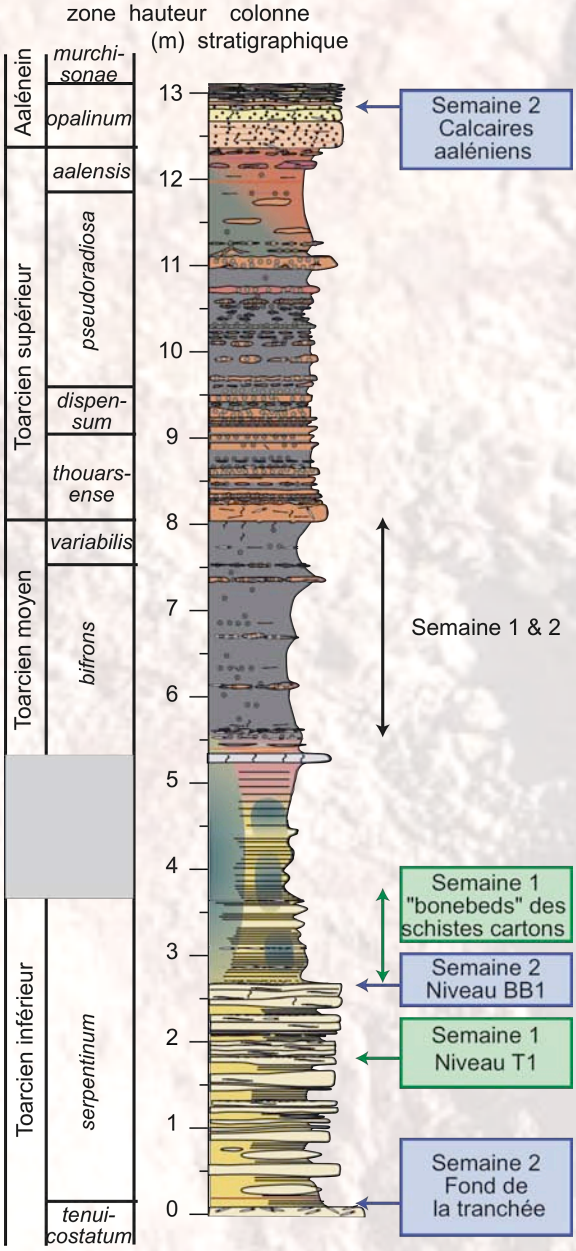

Figure 1 : zones fouillées lors de la campagne de fouille 2011

Figure 2 : Dégagement d'une côte d'ichtyosaure de la zone au sommet de la zone à *tenuicostatum* (Toarcien inférieur).

Les niveaux calcaires de la zone à *serpentinum* ont été fouillés pendant la première semaine. Le niveau T1 ayant livré plusieurs restes crâniens lors de la campagne 2010, une très grande surface de fouille (>40m^2) a été consacrée à ce niveau et aux bancs immédiatement sus-jacents (**Figures 1 et 3**). De nombreux rostres de bélemnites et plusieurs ammonites y ont été découverts, ainsi que des minéralisations globuleuses d'origine incertaine (terriers probables). Malgré la grande surface dégagée, ces bancs n'ont pas livré de restes macroscopiques de vertébrés. Les invertébrés découverts dans cette zone sont cependant d'une grande importance pour les investigations paléo-climatiques (cf **partie A2**)

Figure 3 : Travail de dégagement de la surface du banc T1 (zone à *serpentinum*, Toarcien inférieur) fouillé lors de la 1ère semaine.

Plusieurs restes végétaux de dimension pluri-décimétriques ont été mis à jour sur la surface qui forme le principal plancher de la carrière, correspondant au sommet du banc le plus supérieur des calcaires de la zone à *serpentinum* (Niveau BB1, **Figures 1 et 4**). Plusieurs de ces spécimens ont fait l'objet de prélèvements par Marc Philippe (Université Claude Bernard Lyon 1) afin de déterminer leur attribution taxonomique grâce aux observations au microscope électronique à balayage. Comme lors des campagnes précédentes, cette même surface a livré de nombreux restes de vertébrés isolés, incluant principalement des restes postcrâniens d'ichthyosaures.

Figure 4 : Fragment de bois reposant au sommet du niveau BB1 (Toarcien inférieur, sommet de la zone à *serpentinum*).

Figure 5 : Aiguillon phosphaté appartenant probablement à un sélacien (requin) en position *in situ* dans les argilites noire du Toarcien inférieur (sommet de la zone à *serpentinum*). Largeur= environ 10 cm.

Les argilites noires surmontant les calcaires de la zone à *serpentinum*, et particulièrement les niveaux pyriteux d'épaisseur millimétriques qui y sont intercalés (« bonebeds »), ont livré cette année encore de nombreux restes de vertébrés. Les éléments découverts incluent une dizaine de dents de thallatosuchiens (crocodiles marins), des restes de chondrichtyens (poissons) et une épine dorsale d'une dizaine de centimètres appartenant vraisemblablement à un sélacien (requin ; **Figure 5**). En outre, des ammonites ont pour la première fois été découvertes au sein de cette série d'argilite noire dont la datation restait incertaine depuis les premières études biostratigraphiques de la carrière. Ces spécimens indiquent que la base de cette série d'argilites noires appartient à la sous-zone à *falciferum* et confirment que cet intervalle correspond à la transition entre les zones à *serpentinum* et à *bifrons*.

TOARCIEN MOYEN :

Les marnes couvrant la transition entre les zones à *bifrons* et à *variabilis* ont fait l'objet d'une fouille détaillée pendant les deux semaines (**Figure 6**). Cette fouille a permis la collecte banc par banc de nombreux rostres de bélemnites et de coquilles d'ammonites qui serviront à dresser un cadre biostratigraphique précis du Toarcien moyen dans la carrière. Cette fouille a également permis la découverte d'un tronc partiel bien préservé d'une longueur d'environ 1,60 m à la base de la zone à *variabilis* (**Figure 7**). Ce spécimen est préservé en grande partie sous forme de jais, matériau noir et très résistant dont les conditions de formation restent mal comprises. Au delà de son intérêt muséographique, ce spécimen constituera donc un matériel de choix pour de plus amples analyses en géochimie organique moléculaire.

Figure 6 : Excavation banc par banc et collecte d'invertébrés dans les marnes oolithiques du Toarcien moyen (zone à *bifrons* et à *variabilis*).

Figure 7 : Fragment de tronc *in situ* en cours de dégagement dans les marnes de la base de la zone à *variabilis* (Toarcien moyen).

BASE DE L'AALENIEN

Les calcaires gréseux et les marnes de l'Aalénien inférieur ont été étudiés durant la deuxième semaine (**Figures 1 et 8**). Ces niveaux ont livré de nombreux spécimens d'invertébrés (ammonites, bélemnites et crustacés), ainsi que plusieurs restes isolés de vertébrés. Ces restes sont principalement constitués de restes postcrâniens (vertèbres ; **Figures 9-11**) relativement bien préservées de reptiles marins. Une dent isolée de sélacien y a également été découverte. Les identifications préliminaires indiquent la présence de restes de thallatosuchiens (crocodiles marins) et d'ichthyosaures. Bien qu'une attribution taxonomique plus précise nécessitera un dégagement plus complet, ces découvertes sont d'une grande importance paléontologique, car elles montrent pour la première fois que les trois grands groupes de reptiles marins du Jurassique inférieur sont représentés dans les niveaux aaléniens. L'étude de ce nouveau matériel permettra donc de suivre les changements potentiels de composition des faunes entre le Jurassique inférieur et moyen.

Figure 8 : Dégagement des blocs de calcaires gréseux de l'Aalénien.

Figure 9 : Vertèbre de reptile marin avec processus latéraux bien préservés. Calcaires gréseux de l'Aalénien. Longueur = environ 4 cm.

Figure 10 : Vertèbre de reptile marin provenant des calcaires gréseux de l'Aalénien.

Figure 11 : Bloc fossilifère de calcaire gréseux de l'Aalénien laissant apparaître une vertèbre de reptile marin en coupe transversale.

2) ETUDES SEDIMENTOLOGIQUES

Au cours des deux semaines d'activités de terrain, diverses études sédimentologiques ont été menées par notre équipe. Ces travaux ont été réalisés par G. Suan, B. Suchéras-Marx et P. Vincent. Deux intervalles stratigraphiques, le Toarcien inférieur et le Toarcien moyen, ont été échantillonnés en détail.

TOARCIEN INFERIEUR :

La réalisation de travaux de décapage à la toute base de la tranchée (**Figure 1 et 12**) a permis de lever en détail la succession stratigraphique de la transition entre les zones à *tenuicostatum* et à *serpentinum*. Plusieurs dizaines de niveaux millimétriques enrichis en débris d'os de poisson (« micro-bonebeds ») ont ainsi été répertoriés au sein des argiles jaunes, et les structures sédimentaires et l'organisation verticale des bancs calcaires ont été relevées de manière détaillée. Ces observations fournissent des indications précieuses sur le mode de dépôts de la série et confirment l'hypothèse selon laquelle un volume important de la base de la zone à *serpentinum* est constitué par des dépôts évènementiels de haute énergie. Les équivalents non altérées des argiles jaunes ont été également observées et montrent que ces dernières sont bien l'équivalent très fortement oxydé des « schistes cartons » caractérisant habituellement la base de la zone à *serpentinum* dans les régions voisines. Des nodules de grande taille (>50 cm de diamètre ; Figure) caractérisent la base de la zone à *serpentinum*. Les nouvelles datations biostratigraphiques permettent de corréler ces derniers avec les grand nodules particulièrement fossilifères (grandes ammonites, restes de poissons sub-complets) décrits par L. Rulleau dans une autre partie de la carrière, mais également signalés dans les strates contemporaines en Allemagne et au Luxembourg.

Figure 12 : Transition entre les zones à *tenuicostatum* (sous le marteau) et à *serpentinum*, montrant une succession finement litée interrompue par des bancs nodulaires riches en coquilles d'ammonites.

Des prélèvements d'échantillons sédimentaires ont été effectués à haute résolution (2-4 cm) sur les premiers mètres de la série afin de suivre les changements de la composition en isotopes stables de l'oxygène et du carbone lors de cet intervalle. Les données préliminaires acquises grâce aux campagnes de 2009 et de 2010 montrent en effet que la base de la zone à *serpentinum* dans la carrière enregistre une anomalie marquée dans les rapports isotopiques du carbone. Cette anomalie, enregistrée dans plusieurs gisements contemporains, reflète vraisemblablement une perturbation du cycle du carbone et du climat à l'échelle globale. Les nouveaux prélèvements, combinés aux observations sédimentologiques, permettront de mieux cerner les relations entre cette perturbation et les fluctuations du niveau marin.

Une seconde série de prélèvements a été effectué le long de ce même intervalle afin de réaliser des analyses des assemblages des nannofossiles calcaires. Ces analyses permettront de préciser l'âge de cette série et de mieux cerner la dynamique du phytoplancton au cours de l'épisode de changement climatique qui caractérise le Toarcien inférieur.

En parallèle, de nombreux macrorestes d'invertébrés (rostres de bélemnites, coquilles de brachiopodes et d'huîtres) ont été collectés dans les calcaires et les marnes du Toarcien inférieur. Ces prélèvements ont été avantageusement complétés par les découvertes faites lors des travaux de recherches paléontologiques : les

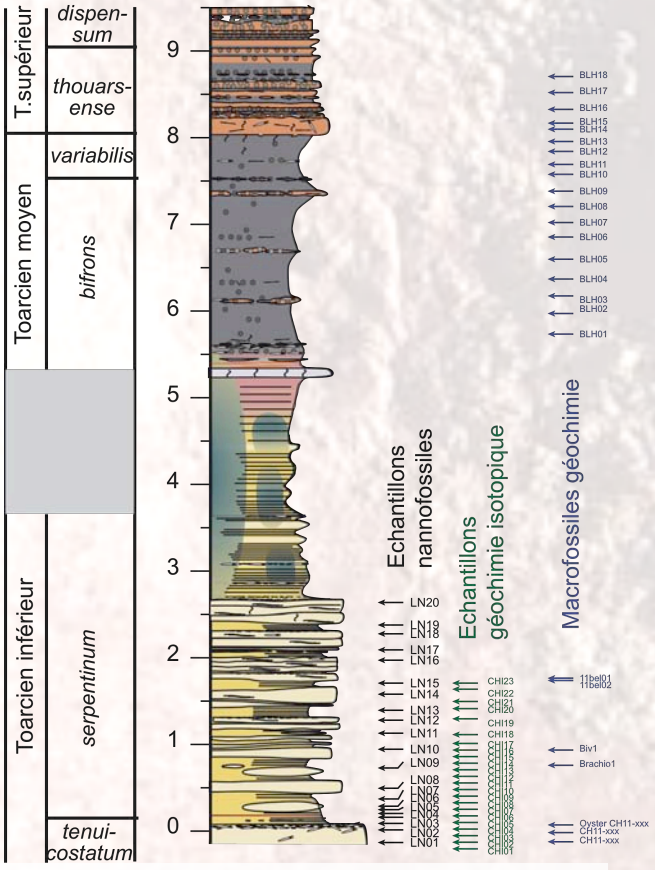

Figure 13 : Position des échantillonnages effectués le long du profil Toarcien inférieur et moyen.

fouilles effectués sur de grandes surfaces ont en effet permis de collecter un nombre important de rostres de bélemnites, habituellement très rares dans la moitié inférieure de la zone à *serpentinum*. La composition isotopique de ces restes sera également analysée afin de tracer les changements de températures des eaux marines et les perturbations des cycles biogéochimiques lors de l'intervalle clé du Toarcien inférieur.

TOARCIEN MOYEN :

Plusieurs dizaines de rostres de bélemnites ont été collectées le long du profil établi pour les études paléontologiques (voir plus haut) dans les marnes et calcaires oolithiques des zones à *bifrons*, *variabilis* et *thouarsense*. La composition isotopique des ces rostres servira également à reconstituer l'évolution des températures marines et celle des cycles biogéochimiques au cours du Toarcien moyen et de la base du Toarcien supérieur.

B) ETUDE DE TAXONS DES COLLECTIONS

ÉTUDE DES COLLECTIONS DE L'ESPACE PIERRES FOLLES

Le Mardi 20 Juillet après-midi, P. Vincent, J.E. Martin et G. Suan se sont rendus à l'Espace Pierres Folles à Saint-Jean-des-Vignes afin d'examiner et de photographier les pièces de vertébrés découvertes lors de récentes sorties de la section Géo-Paléo ainsi que plusieurs spécimens présent dans les collections. Cette visite a ainsi permis de compléter l'étude d'inventaire stratigraphique et systématique des faunes de sélaciens et de crocodiliens de la carrière qui doit être soumis pour publication en novembre.

BILAN ET PERSPECTIVES AU TERME DE LA MISSION

ETUDES PALEONTOLOGIQUES

La découverte et l'étude de spécimens d'invertébrés à plusieurs intervalles clés (par ex. zone à *tenuicostatum*, sous-zone à *falciferum*, zone à *variabilis*) complète le cadre biochronostratigraphique de la succession de manière significative. Ces découvertes montrent que toutes les zones à ammonites du Toarcien sont représentées dans la carrière, faisant du site l'un des gisement du Toarcien les plus complets connus en France et en Europe. Des restes de vertébrés particulièrement intéressants d'un point de vue de leur position stratigraphique ont été découverts cette année dans les niveaux du Toarcien inférieur (zone à *tenuicostatum*) et dans ceux de l'Aalénien. Ces nouvelles pièces, bien que principalement constituées de restes isolés, compléteront notre compréhension de l'évolution des faunes au cours de la transition entre le Jurassique inférieur et moyen. La découverte de nombreux restes bien préservés dans les niveaux aaléniens, qui livrent habituellement très peu de vertébrés, laissent envisager leur fouille systématique lors de prochaines campagnes.

L'investigation de grandes surfaces d'excavation de la moitié supérieure de la zone à *serpentinum* n'a pas permis la découverte de macro-restes de vertébrés cette année, mais a cependant fournit de nombreuses bélemnites et ammonites précieuses pour les études géochimiques et biostratigraphiques. Un résultat particulièrement intéressant de cette campagne est la datation précise de l'intervalle présentant de nombreux nodules de grande taille de la toute base de la série étudiée (zone à *serpentinum*). Ces datations indiquent en effet que ces derniers sont les équivalents latéraux des nodules livrant une faune de vertébrés extrêmement abondante et bien préservée dans les gisements contemporains. En outre, les prospections de surface ont confirmé l'extrême richesse du niveau BB1, très probablement liée au fait que ce niveau représente la plus grande surface stratigraphique exposée dans la carrière. Dans ce contexte, il apparaît donc tout à fait souhaitable de poursuivre et d'étendre notre stratégie d'investigation de très grandes surfaces aux niveaux les plus inférieurs de la carrière.

ÉTUDES SEDIMENTOLOGIQUES

Les nouvelles descriptions et prélèvements sédimentologiques permettront d'étudier à haute résolution les relations entre températures marines, événements de tempêtes et niveau marin lors de l'intervalle de changement climatique de la base du Toarcien inférieur. Les variations des paramètres physiques de l'environnement seront également étudiées en détail pour l'intervalle du Toarcien moyen grâce aux prélèvements de nombreuses bélemnites. Les nouvelles observations faites cette année confirment que le site présente une succession originale à plusieurs égards : les schistes cartons et des calcaires de la zone à *serpentinum* présentent une altération différentielle très spectaculaire qui n'avait pas été documentée ailleurs jusqu'alors ; toutes les zones à ammonites du Toarcien sont représentées, suggérant que la sédimentation fut relativement continue malgré le faible taux d'accumulation caractérisant la série; le Toarcien inférieur enregistre des dépôts de tempêtes particulièrement épais qui ne sont pas connus dans les sites voisins plus distaux. Ces deux dernières caractéristiques rendent le site particulièrement propice pour étudier la réponse des milieux marins peu profonds aux perturbations environnementales de la transition Jurassique inférieur-moyen. De plus, ces conditions de dépôt singulières sont particulièrement favorables à la concentration et à l'enfouissement rapide de restes d'organismes articulés, et encouragent à poursuivre les efforts des nos recherches paléontologiques.

REMERCIEMENTS

Cette nouvelle campagne n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide des nombreuses personnes et institutions que nous tenons à remercier chaleureusement. Nous remercions tous les fouilleurs bénévoles qui ont donné généreusement de leur temps et de leur énergie pour soulever des tonnes de roche dans les vallons du Beaujolais. Merci aux membres de la section Géo-Paléo pour leur avoir prêté main forte et pour le matériel de fouille et de dégagement qui a été aimablement mis à notre disposition. Un grand merci au personnels et dirigeants des ciments Lafarge pour nous avoir permis l'accès au site et fourni une aide logistique et humaine précieuse pour son étude. Merci au CCEC, pour la mise à disposition des locaux durant la phase de préparation/inventaire, pour le prêt de matériel de dégagement durant les fouilles et également pour la prise en charge du dépôt du matériel fossile au sein du centre. Nous exprimons notre gratitude au Musée des confluences et tout particulièrement à Didier Berthet pour la confiance qu'ils nous ont accordé en finançant et soutenant cette nouvelle campagne. Enfin une pensée émue pour Michel Paire, qui avait amicalement confié à notre équipe un lieu d'hébergement convivial à Charnay et avec qui nous avons eu l'occasion de partager de très agréables moments.