

Prochaine sortie A16 : province des dinosaures

Autor(en): **Paratte, Géraldine**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **as. : Archäologie Schweiz : Mitteilungsblatt von Archäologie Schweiz = Archéologie Suisse : bulletin d'Archéologie Suisse = Archeologia Svizzera : bollettino di Archeologia Svizzera**

Band (Jahr): **35 (2012)**

Heft 4

PDF erstellt am: **03.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-309910>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

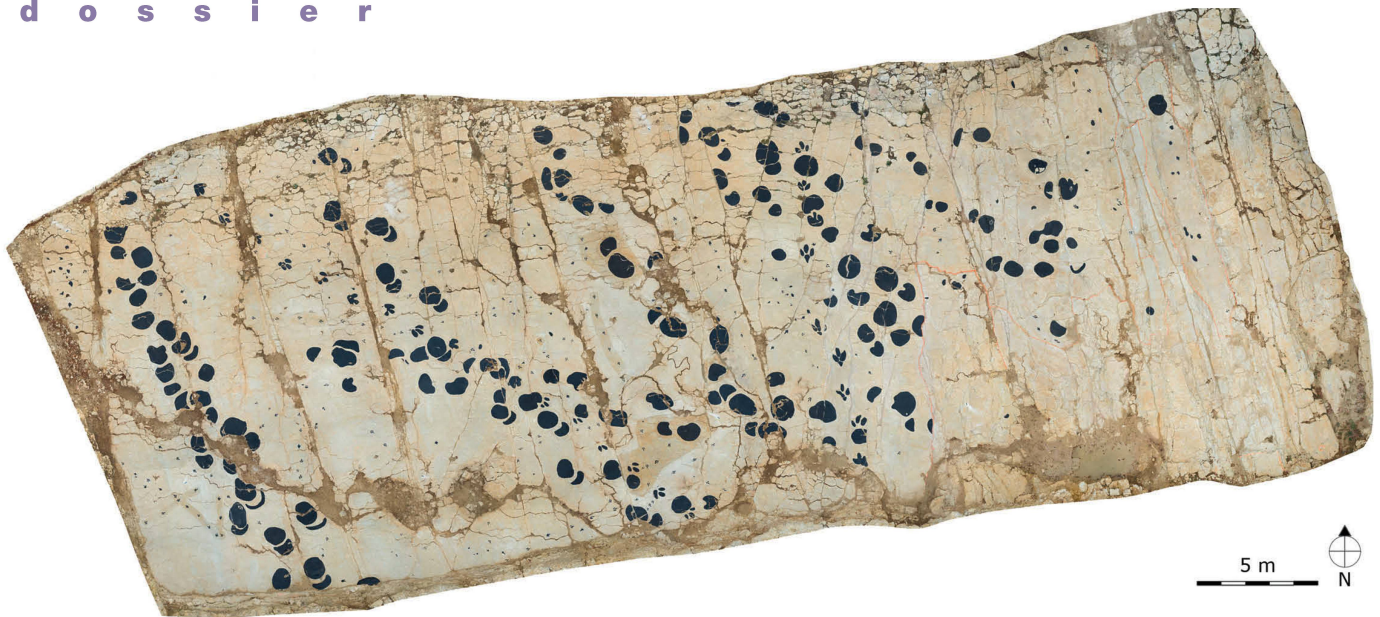
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

d o s s i e r



1

Prochaine sortie A16: province des dinosaures

— Géraldine Paratte

En Ajoie, entre plages et mer tropicales, des milliers d'empreintes ont été laissées par des reptiles géants, il y a 152 millions d'années.

Fig. 1
Orthophotographie réalisée sur le site de Courtedoux - Bois de Sylleux.

Verzerrungsfreie und massstabgetreue Abbildung (Orthophotographie) der Fundstelle Courtedoux - Bois de Sylleux.

Fotografia zenitale applicata sul sito di Courtedoux - Bois de Sylleux.

Chercher une empreinte, c'est scruter le sol afin d'entrevoir un creux, puis redresser la tête et élargir sa vision pour découvrir la prochaine, puis toutes les suivantes. Tel un trappeur, il s'agit de suivre les pas d'un animal jusqu'à les perdre lorsque la couche disparaît, s'enfonçant sous une colline ou effondrée sous le poids des années et des contraintes. Chaque plaque de calcaire enlevée peut livrer une nouvelle empreinte. Lorsque l'on se retrouve sur une dalle à traces, il est difficile de ne pas s'immerger dans le monde des dinosaures, tel qu'il se

présentait à l'époque où ils vivaient. Une multitude de questions surgissent! Les réponses sont à portée de main, inscrites dans les indices figés depuis la nuit des temps. Une brèche est ouverte sur le passé: une enquête sur ces mondes disparus est en cours. La collecte scrupuleuse de chaque signe disponible permet de reconstituer, pas à pas, une image de la province des dinosaures au Jurassique. Pénétrons dans cet univers, modifions le paysage, la température et la végétation, avant que tout ne soit enseveli sous l'autoroute.

De l'asphalte sur de vieilles pierres

Le projet de l'A16 Transjurane présenté par le Conseil fédéral aux Chambres est avalisé le 1^{er} octobre 1984. Une route nationale reliera la frontière franco-suisse à Bienne, connectant le canton du Jura au réseau existant des voies de communication les plus importantes. Une fois achevée, elle traversera la chaîne jurassienne, plutôt contournée à l'heure actuelle. Sa construction va permettre de découvrir un patrimoine exceptionnel, témoin de l'histoire du vivant.

Dès le début du 18^e siècle, un grand intérêt est voué à l'archéologie dans la région. En 1979, lorsque le Jura obtient son indépendance, les nouvelles autorités n'estiment pas nécessaire de mettre en place un service d'archéologie. Pourtant, plusieurs découvertes importantes engendrent la création, en 1985, de la Section d'archéologie dont le principal mandat est de gérer les fouilles liées à la construction de l'autoroute. De leur côté les géologues et les paléontologues jurassiens se régalaient! Depuis près de deux siècles, les spé-

cialistes et les passionnés sont fascinés par la diversité des roches et par l'abondance des fossiles. En 1795, Alexander von Humboldt introduit le terme «Jurassique» pour désigner les couches géologiques de la région. Alexandre Brongniart, minéralogiste, l'attribue en 1829 à l'unité de temps correspondante (-200 à -145 millions d'années), reconnue depuis dans le monde entier.

Grâce à la richesse des sous-sols jurassiens et à la motivation de quelques passionnés, ce vif intérêt sera récompensé par la mise sur pied en 2000 d'une Section de paléontologie. Intégrée à l'Office de la culture, elle rejoint l'archéologie pour former une unité commune basée à Porrentruy. Selon les termes de la législation fédérale sur les routes nationales, l'A16 et par là-même la Section d'archéologie et paléontologie sont financées par la Confédération à raison de 95%, et de 5% par la République et Canton du Jura. Le mandat consiste à sauvegarder, à documenter et à analyser scientifiquement tout objet d'importance nationale prélevé sur le tracé de la future autoroute, afin de mettre ces découvertes à disposition de la recherche paléontologique et des

Fig. 2
Localisation des sites à traces de dinosaures fouillés par la Paléontologie A16 sur le tracé autoroutier.

Lage der durch die Paléontologie A16 ausgegrabenen Fundstellen mit Dinosaurierspuren auf dem Trasse der Autobahn.

Sito con le impronte di dinosauri scavato dal gruppo Paleontologia A16 sul tracciato autostradale.

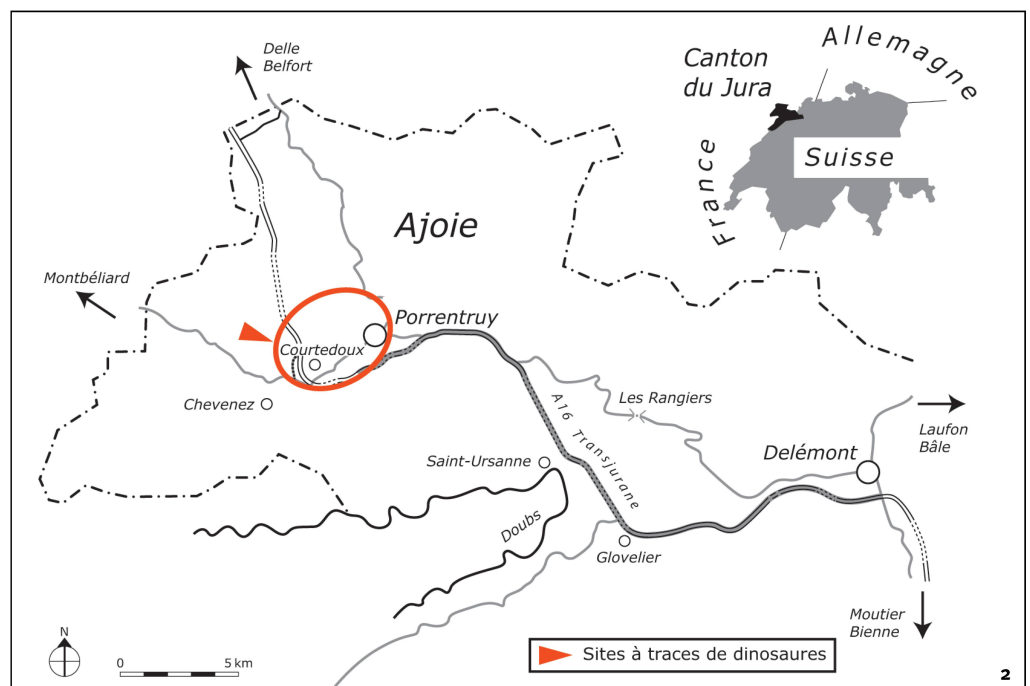


Fig. 3
Stratigraphie synthétique (-251 millions d'années – actuel): paléogéographie, histoire de la vie sur Terre et principales découvertes de la Paléontologie A16. En paléontologie, les durées sont considérables et s'intègrent difficilement à notre perception. Pour s'y retrouver, les géologues divisent et représentent sur une échelle de temps géologique les millions d'années écoulées depuis la formation de la Terre, il y a 4.56 milliards d'années. Comparés aux formes de vie plus simples, apparues il y a plus de 3 milliards d'années, les dinosaures et surtout les êtres humains sont en réalité très jeunes.

Stratigraphische Darstellung von 251 Millionen Jahren: Paläogeographie, Geschichte der Lebewesen auf der Erde und wichtigste paläontologische Entdeckungen auf der A16. In der Paläontologie sind die Zeitspannen beträchtlich und nur schwer vorstellbar. Die Geologie teilt die Jahrmillionen seit der Bildung der Erde vor 4.56 Millionen Jahren auf und stellt sie auf einer Skala dar. Im Vergleich mit einfacheren Lebewesen, die vor mehr als 3 Milliarden Jahren erscheinen, sind die Dinosaurier und vor allem die Menschen sehr jung.

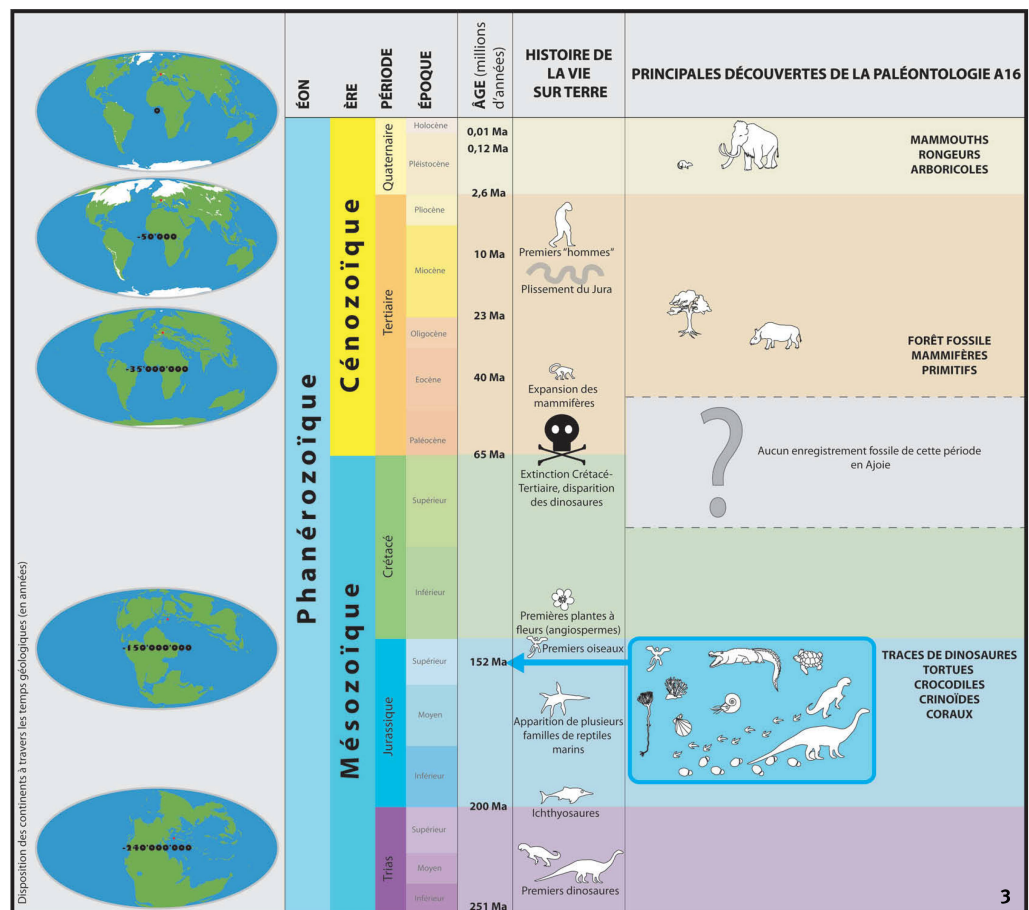
Stratigrafia riassuntiva (-251 milioni – presente); paleogeografia, storia della vita sulla terra e principali scoperte di Paleontologia A16. Nella paleontologia i periodi sono molto lunghi e difficilmente percepibili per noi. Per orientarsi i geologi suddividono i milioni d'anni dalla formazione della terra, 4,56 miliardi di anni fa, e li rappresentano su una scala del tempo geologico. In confronto alle forme di vita più semplici apparse più di 3 miliardi di anni fa, i dinosauri e soprattutto gli esseri umani sono in realtà molto giovani.

générations futures. Ainsi débute une riche période de fouilles achevée fin 2011, et qui a conduit à la découverte d'une importante quantité de fossiles. Les années 2012 à 2018 s'orienteront vers l'exploitation scientifique des données, la gestion de la documentation des collections et la transmission de l'ensemble de cet héritage à la République et Canton du Jura.

D'une plage tropicale à une chaîne de montagnes

Les 50000 fossiles et les 14000 traces de dinosaures dégagés à ce jour par la Paléontologie A16 proviennent de couches regroupées en trois grands

ensembles: le Quaternaire (-2.6 millions d'années (Ma) - actuel) avec ses mammouths, le Tertiaire (-65 Ma à -2.6 Ma), avec ses rhinocéros primitifs, et le Jurassique (-200 Ma à -145 Ma), avec ses dinosaures. Vu la richesse des découvertes, l'article se concentre principalement sur cette dernière période, celle des dinosaures. Toutes ces différentes couches rencontrées lors de la construction de l'autoroute permettent de mieux comprendre la stratigraphie des plateaux d'Ajoie, restée longtemps mal établie en raison de la mauvaise qualité des affleurements. Pour comprendre la formation de la plupart des roches constituant l'Arc jurassien, il faut se projeter dans le Mésozoïque (-251 Ma à -65 Ma). Cette ère se subdivise en trois périodes: le Trias, le Jurassique et le Crétacé.



La mer s'impose

Au Mésozoïque, le climat était considérablement plus doux qu'à présent. Des forêts denses de résineux et de fougères arborescentes recouvrent de vastes régions. Les sous-bois se composent de prêles, de mousses ou d'autres plantes similaires sans floraison. En de nombreuses régions du globe, des marécages, des lacs ou des rivières se développent. Il y a 152 millions d'années, au Jurassique supérieur, le Jura est couvert d'une mer chaude et peu profonde qui s'avance et se retire régulièrement, laissant émerger des terres par endroits. Dans cette étendue d'eau, d'importants complexes récifaux s'implantent et d'épaisses couches de marnes et de calcaires s'accumulent, formées notamment d'innombrables débris d'organismes. Une faune diversifiée fréquentait ces côtes. Elle est représentée par des vertébrés – requins, poissons osseux, crocodiliens, tortues – et des invertébrés – ammonites, bivalves, gastéropodes, coraux et oursins. Des bois fossiles de type conifères, retrouvés principalement sous forme de branches, constituent les seuls restes provenant du continent.

Alors sur terre...

Sur la terre ferme, les mammifères sont de petite taille et très peu représentés; ils se diversifieront par la suite. Dans les airs, des reptiles volants planent à la recherche de poissons ou de charognes. En bordure de plage, les dinosaures règnent en maître et se déplacent en laissant des traces de leur passage. Des dépressions se forment, dues à l'enfoncement de leurs pieds dans de la boue molle repoussée sur les côtés, formant un bourrelet périphérique. Grâce à la chaleur, ces empreintes sèchent et durcissent, permettant ainsi leur préservation. Lors de la marée suivante, ces traces sont recouvertes de sédiments. Ainsi protégées, elles se sont conservées et ont subsisté dans les sols actuels.

...les montagnes prennent possession des lieux

Dès le Crétacé supérieur, la mer se retire progressivement du Jura. Les couches récemment formées sont alors à l'air libre et par conséquent soumises à l'érosion, ce qui va effacer les indices de l'histoire de la vie jurassienne de cette période. Lors du passage au Tertiaire il y a 65 millions d'années, la Terre connaît la deuxième plus grande extinction de masse de son histoire. Environ 40% de tous les genres ont péri, et parmi eux les dinosaures, les ptérosaures et les ammonites. Ils laissent ainsi la place aux mammifères, qui vont coloniser les milieux terrestres, marins et aériens. Quant à la formation des Alpes, elle résulte de la compression des plaques africaine et européenne qui débute il y a 40 millions d'années.

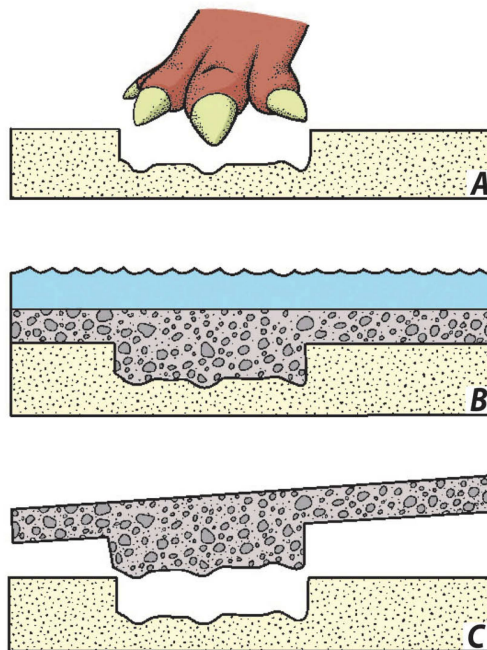
Géologiquement, le Jura se divise en deux unités distinctes. La Haute-Chaine (Jura plissé) d'abord, relief montagneux dont les derniers plis sont au sud de Porrentruy et qui est très jeune à l'échelle géologique: formée entre environ -10 et -4 millions d'années, elle résulte des derniers mouvements liés à la formation des Alpes. Les Plateaux (Jura tabulaire) ensuite, en direction du nord, se caractérisent par des couches horizontales. Les traces de dinosaures ont été fouillées dans ces dernières, plus faciles à dégager que les surfaces redressées par les plissements.

Fig. 4

Etapes de la formation des empreintes de dinosaures. A Création de l'empreinte. B L'empreinte sèche, durcit, puis est recouverte de sédiments lors de la marée suivante. C La couche supérieure découpée laisse apparaître l'empreinte formée des millions d'années plus tôt.

Etappen der Bildung von Dinosaurierspuren. A Hinterlassen eines Fussabdrucks. B Der Abdruck trocknet und härtet aus, anschliessend wird er von den Sedimenten des nachfolgenden Meeres bedeckt. C Wenn die Deckschicht entfernt wird, kommt der vor Millionen von Jahren gebildete Abdruck zum Vorschein.

Tappe della formazione e impronte di dinosauri. A Creazione dell'impronta. B L'impronta secca si indurisce ed è ricoperta dai sedimenti della marea successiva. C Tolto lo strato superiore appare l'impronta formata milioni di anni fa.



D'après Mossman et Sarjeant 1997

Une brèche ouverte sur le passé

En février 2002, une campagne de sondages archéologiques sur la commune de Courtedoux a révélé les premières empreintes de dinosaures. A ce jour, les 14000 traces découvertes sur 40 couches différentes ont été documentées et datées du Kimméridgien supérieur (-152.6 Ma à -150.7 Ma). Elles sont organisées en 656 pistes (une piste est la succession d'au minimum trois empreintes appartenant à un même individu). La Paléontologie A16 a ainsi développé, durant ses années d'activité, un savoir-faire unique en matière de techniques de fouilles et de documentation de terrain.

sont ensuite effectués afin de rendre accessibles et observables les différents horizons du sous-sol. Si la richesse est confirmée, des objectifs scientifiques sont définis et des moyens humains et logistiques sont mis en place.

La première étape de travail consiste à évacuer à la pelle mécanique les couches inintéressantes jusqu'à atteindre les premières empreintes de dinosaures. Les 40 niveaux à traces sont répartis en trois intervalles principaux, chacun d'une épaisseur de 60 à 100 cm et constitué de fines couches de calcaires marneux plaquetés (laminites) déposées sur une dalle compacte plus vieille. Par sa nature calcaire, elle est plus stable et moins friable et comporte généralement plus d'empreintes et de pistes bien conservées. Elle constitue le niveau le plus fiable pour comparer les différents sites excavés.

La main humaine prend ensuite le relais. Le décapage manuel s'effectue alors, couche après

Fig. 5
Profil stratigraphique de la région de Courtedoux et Chevenez, avec les six sites à traces fouillés sur le tracé de l'A16.

Stratigraphische Übersicht über die Region von Courtedoux und Chevenez mit den sechs Fundstellen auf dem Trasse der A16.

Profilo stratigrafico della regione di Courtedoux e Chevenez con i sei siti scavati sul tracciato dell'A16.

L'homme explore la plage...

Pour connaître la géologie régionale et repérer les niveaux fossilifères, une prospection des carrières et des affleurements naturels intervient avant d'entreprendre une fouille. Des sondages systématiques

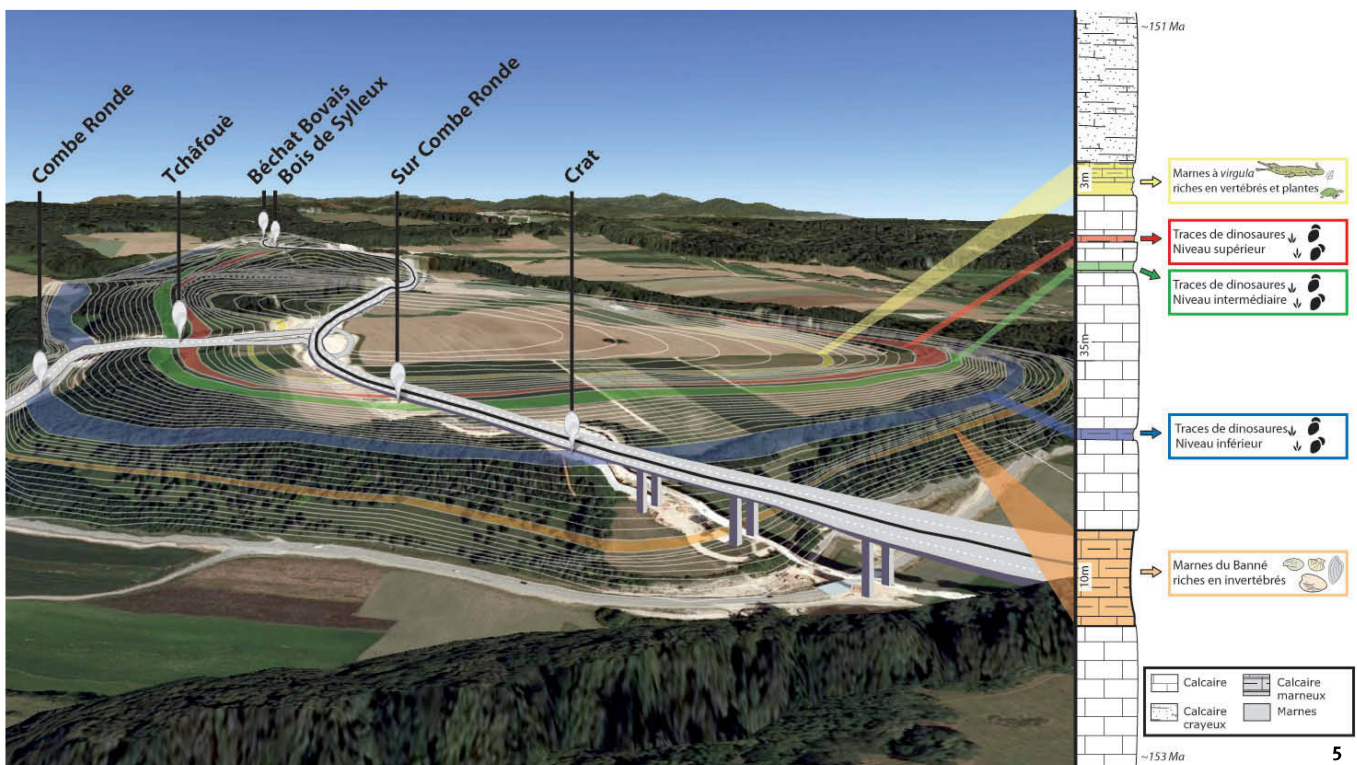




Fig. 6
Vue nocturne d'une piste de sauro-
pode sur le site de Courtedoux -
Tchâfouè. Une empreinte de
théropode est visible dans le tiers
supérieur de la photo, au-dessus de
l'échelle.

*Ansicht einer Sauropodenspur der
Fundstelle Courtedoux - Tchâfouè
in der Nacht. Ein Abdruck eines
Theropoden ist im oberen Drittel
der Photo erkennbar (oberhalb des
Massstabs).*

Veduta notturna di una pista di
sauropodi sul sito di Courtedoux -
Tchâfouè. Un'impronta di teropode
è visibile nella parte superiore della
foto, sopra la scala.

Fig. 7
Plan vectorisé à partir des relevés
réalisés sur le site de Courtedoux -
Tchâfouè.

*Vektorisierter Plan der Abdrücke
auf der Fundstelle Courtedoux -
Tchâfouè.*

Piano vettoriale disegnato sulla base
dei dati prelevati dal sito di Courte-
doux - Tchâfouè.

couche, à l'aide de marteaux, de burins, de pieds de biche et de brouettes. Le premier niveau à traces est fouillé sur toute sa superficie (fréquemment plus de 1000 m²); cette phase nécessite un effort majeur compte tenu de l'étendue mais également de l'épaisseur ou de la résistance de la couche enlevée. Après un nettoyage fin, la recherche des empreintes peut débuter. Ces dernières sont alors identifiées, mises en évidence sur la roche avec de la craie, puis numérotées. Pour faciliter la tâche, cette opération s'effectue régulièrement de nuit à l'aide de projecteurs, ce qui permet d'accroître le relief des empreintes. L'analyse détaillée des surfaces vient ensuite.

Dans cette optique, un processus de documentation systématique a été élaboré. Le relevé des failles, des limites de couches et des empreintes de dinosaures (généralement à l'échelle 1:20) s'effectue sur toute l'étendue de la surface, grâce à l'installation d'un carroyage de 2 x 2 m. Chaque empreinte et chaque piste sont ensuite photographiées, décrites et mesurées selon plusieurs paramètres (taille et rotation des traces, longueur des pas et des enjambées, largeur de la piste, etc.). Un lever de coupe stratigraphique, des descriptions sédimentologiques et des prélèvements d'échantillons complètent les données.

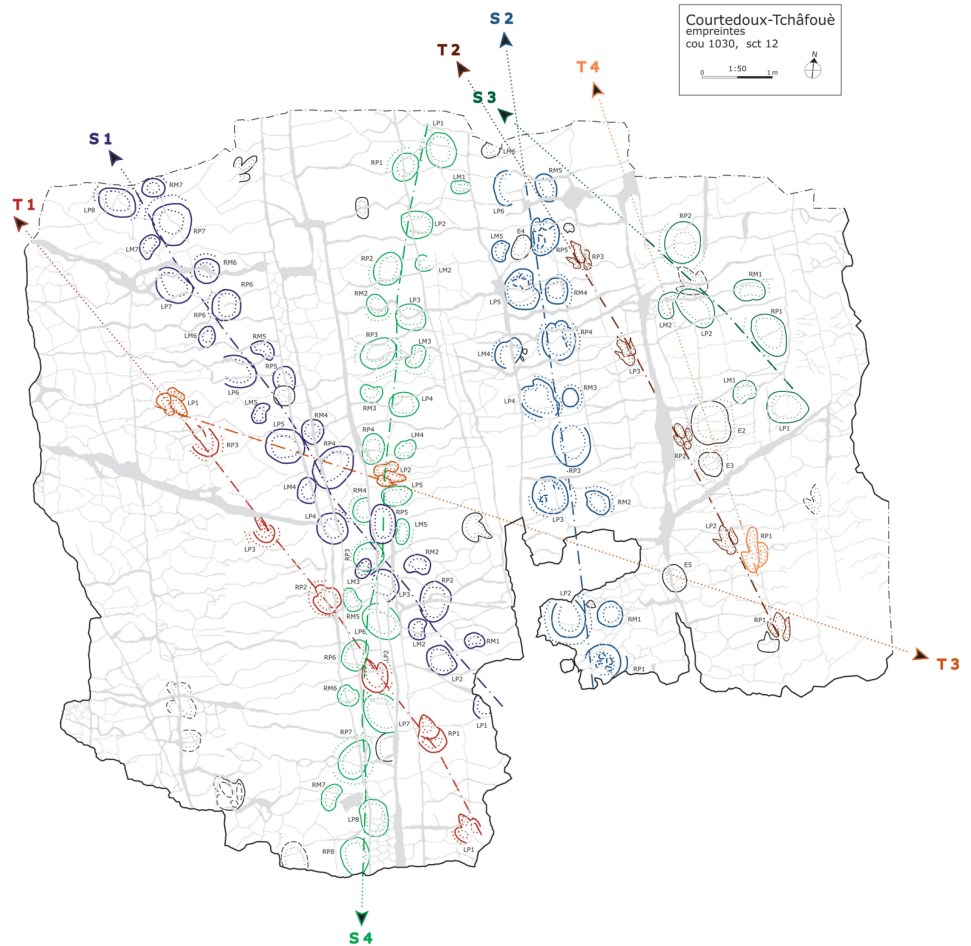




Fig. 8
Prélèvement d'empreintes sur le site de Courtedoux - Tchâfouè.

Entnahme von Fussabdrücken auf der Fundstelle Courtedoux - Tchâfouè.

Prelievo di impronte sul sito di Courtedoux - Tchâfouè.

Si l'épaisseur de la couche n'est pas trop importante, les meilleures empreintes sont ensuite prélevées grâce à une méthode mise au point sur nos chantiers; elle consiste en un encollage des surfaces, par application d'une colle et de fibres de verre, permettant une extraction facilitée de grandes zones. Si la strate est trop épaisse pour un prélèvement, des moulages en silicone sont alors réalisés afin de produire ultérieurement des copies. Les traces, originales ou copiées, sont ainsi conservées et restent à la disposition des chercheurs. Pour les niveaux les plus intéressants, un balayage laser et des orthophotographies (fig. 1) sont effectués par des entreprises externes fournissant un rendu informatique en trois dimensions.

De la préparation à la collection

Les prélèvements de terrain sont acheminés dans les laboratoires selon leur finalité: à la préparation-conservation pour dégager, stabiliser et conditionner le fossile, au centre technique pour le tamisage et la recherche des microfossiles. Certains échantillons sont envoyés dans différents laboratoires en fonction du type d'analyse désiré (minéralogie, isotopes, palynologie, etc.). Une fois préparés et conditionnés, les fossiles sont mis en collection.

Fig. 9
Moulage d'empreintes sur le site de Courtedoux - Tchâfouè.

Ausgiessen der Fussabdrücke auf der Fundstelle Courtedoux - Tchâfouè.

Realizzazione di un calco di impronte sul sito di Courtedoux - Tchâfouè.

Toutes les informations de terrain seraient rapidement inutilisables sans une méthode d'archivage soigneuse. Afin de produire un ensemble cohérent de données, une équipe s'occupe d'établir et de maintenir des règles communes à tous. Dans ce but, différents ensembles de documents ont été conçus (nomenclatures, standards, procédures, référentiels, etc.); pour une accessibilité optimale, ils sont majoritairement numérisés et rangés au sein d'une architecture documentaire commune. Un système de gestion de bases de données relationnelles est actuellement en construction, car la masse d'informations n'est plus gérable avec les classiques logiciels de bureautique.

L'étude des traces: pister les indices...

L'analyse de l'ensemble des données de terrain permet d'esquisser les premières conclusions scientifiques concernant la taxinomie*, la chronologie, le paléoenvironnement, la taphonomie* et l'ichnologie*.

Montre-moi ton pied, dinosaure, je te dirai qui tu es!

Les données de terrain, en cours d'étude, livrent déjà un certain nombre de renseignements. La plage jurassienne a été foulée par des dinosaures appartenant à deux groupes au moins. Les sauro-podes, herbivores et quadrupèdes au corps massif soutenu par quatre solides membres en forme de



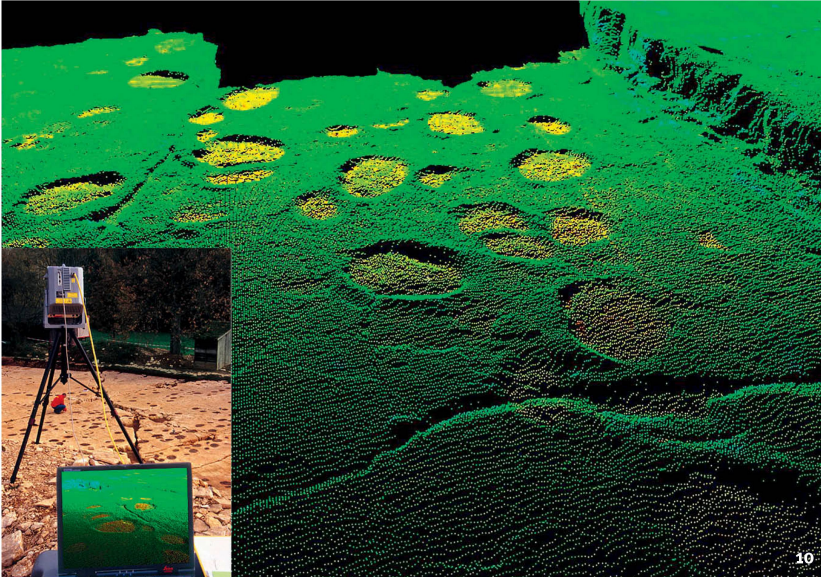


Fig. 10
Balayage laser réalisé sur le site de Courtedoux - Sur Combe Ronde.
Laserscanning der Fundstelle Courtedoux - Sur Combe Ronde.
Scansione tramite laser sul sito di Courtedoux - Sur Combe Ronde.

pilliers, possédaient une queue et un cou allongés, cou terminé par une tête proportionnellement petite. L'empreinte de leurs pattes postérieures est ovale et celle de leurs pattes antérieures en demi-cercle (fig. 12). Les théropodes, carnivores et bipèdes, ont laissé des empreintes tridactyles (à trois doigts), dont les marques de griffes ou de phalanges sont visibles sur les traces les mieux préservées.

La datation des empreintes

L'absence de roches cristallines ou volcaniques dans la région ne permet pas une datation absolue des couches fouillées. Cette méthode se base essentiellement sur la radioactivité naturelle contenue dans certains minéraux absents des roches sédimentaires jurassiennes. Pour connaître l'âge des organismes mis au jour le long du tracé autoroutier, une méthode indirecte est nécessaire. Des fossiles «marqueurs de temps» sont recherchés. Leur grande répartition géographique, leur diversité de formes durant le Mésozoïque et leur évolution rapide font des ammonites d'excellents repères pour la datation des couches. Leur classification permet ainsi de situer les couches sédimentaires dans le temps. En partant de ce principe, deux couches de nature différentes ont

le même âge relatif si elles contiennent la même espèce de fossile stratigraphique. Le niveau sédimentaire contenant ce type de fossile peut alors être rattaché à un intervalle de temps, appelé biozone, qui représente le moment entre l'apparition et la disparition de l'espèce. Ces périodes sont ensuite calibrées par des datations absolues obtenues dans la même couche ailleurs dans le monde. L'ammonite *Orthaspidoceras schilleri* retrouvée au-dessus des couches à empreintes d'Ajoie a permis de les dater de -152 millions d'années.

Le paléoenvironnement

Le milieu de vie dans lequel l'animal fossilisé évoluait peut être reconstitué par l'étude sédimentologique qui permet d'obtenir des informations sur les paléoenvironnements, les paléogéographies et les paléoclimats dans lesquels ces roches se sont formées. Basé sur des observations de terrain, le lever de coupe lithostratigraphique décrit la nature, la structure et le contenu fossilifère de chaque couche: ces trois propriétés définissent son faciès. Des résultats plus détaillés sont obtenus par l'observation au microscope de lames minces de roches. Dans la majeure partie des

Fig. 11
Datation relative. En médaillon, *Orthaspidoceras schilleri*, moule interne, datée de -152 millions d'années (Kimméridgien, Jurassique supérieur).
Relative Datierung. Im Kästchen ist der steinerne Kern eines Orthaspidoceras schilleri aus der Zeit vor 152 Millionen Jahren (Kimmeridgium, Oberjura) abgebildet.
Datazione relativa. Nel riquadro si vede la parte interna di un *Orthaspidoceras schilleri* datato a -152 milioni d'anni fa (Kimmerigiano, Giurassico superiore).

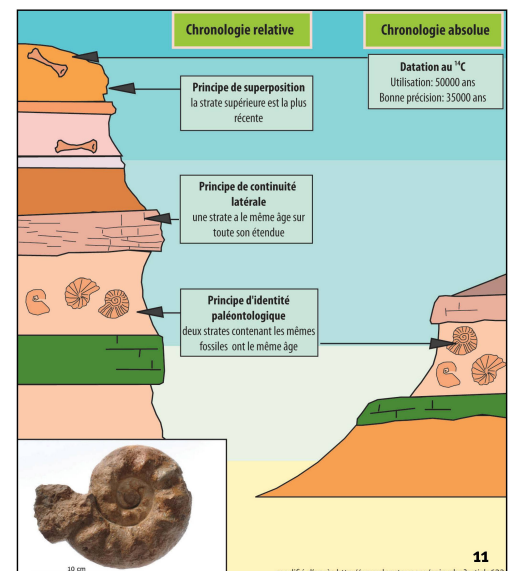
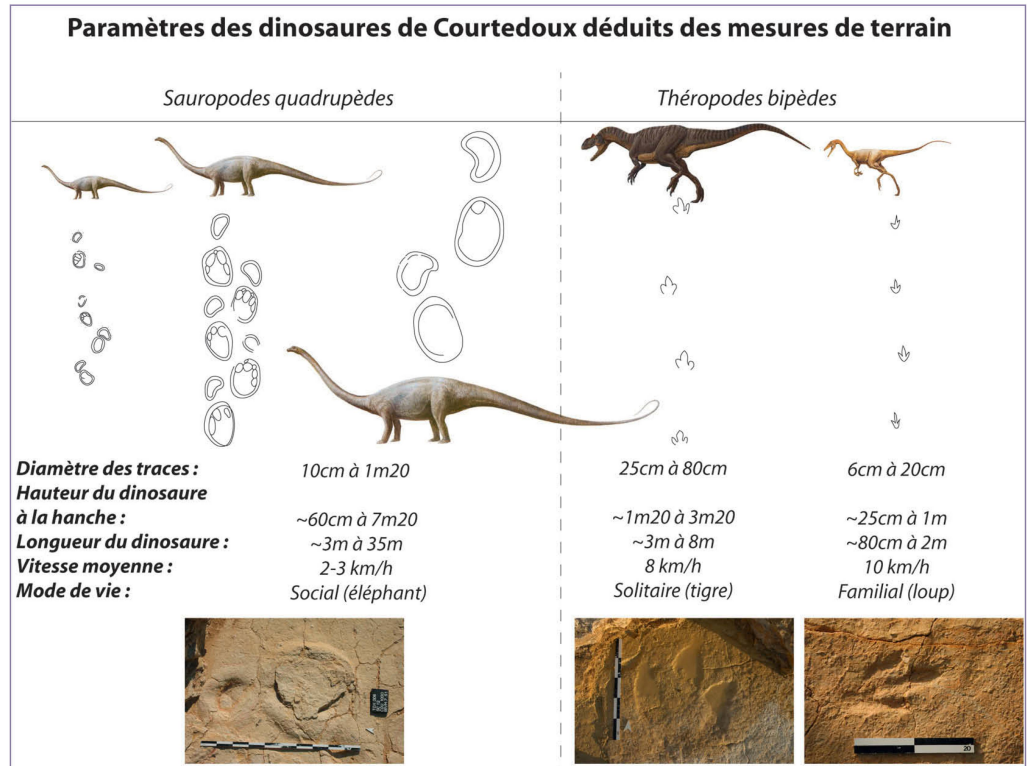


Fig. 12
Différents types d'empreintes découvertes sur les sites à traces de dinosaures.

Verschiedene Typen von Fussabdrücken auf den Fundstellen mit Dinosaurierspuren.

Vari tipi di impronte scoperti nei siti con le tracce di dinosauri.



12

cas, le principe d'actualisme est utilisé en paléontologie. Il postule que le milieu dans lequel se forme une roche actuelle traduit les conditions qui régnaient lors de la formation d'une roche similaire dans le passé. De nos jours les environnements ressemblant le plus à ceux de l'époque des dinosaures jurassiens sont des milieux tropicaux, avec de grandes plaines tidales* comme aux Bahamas.

Mes traces oui, mais mon squelette, faut pas pousser!

La taphonomie étudie l'histoire de l'enfouissement d'un objet fossile, soit tous les processus qui interviennent dès la formation d'une empreinte ou la mort d'un organisme, jusqu'à leur fossilisation et leur mise au jour. En Ajoie, aucun ossement de dinosaure n'a pour l'instant été retrouvé. Au cours de sa vie un individu laissera sans doute des milliers de traces de pas, pourtant un seul squelette sera peut-être retrouvé. C'est pourquoi les empreintes représentent dans bien des cas

les uniques témoins de ces animaux. Pour qu'un squelette puisse se fossiliser, il est préférable qu'il soit rapidement enfoui sous des sédiments, ne soit pas soumis à une forte décomposition biologique ou à une altération mécanique. De façon générale, le milieu continental est moins favorable à la conservation d'ossements que le milieu marin.

La mensuration des dinosaures

L'ichnologie étudie les traces d'activité des animaux et permet, par analyse des empreintes et des pistes, d'obtenir des renseignements sur leur posture et sur leur mode de locomotion, voire sur leur comportement social. Les paramètres des pistes mesurés sur les fouilles donnent une estimation de la vitesse de déplacement d'un animal par l'étude de la disposition et de l'espacement de ses pas. La forme des traces illustre la morphologie du pied. Par observation et par comparaison, il est possible de distinguer des individus différents; les individus identifiés par leurs traces sont désignés sous le nom d'ichnofaune.

Fig. 13
Reconstitution d'une plaine côtière jurassienne il y a 152 millions d'années.

Rekonstruktionszeichnung eines Meerestrands in der Jurazeit vor 152 Millionen Jahren.

Ricostruzione di una pianura costiera giurassiana 152 milioni di anni fa.

Fig. 14
La réalisation de modèles 3D par Kent Stevens (University of Oregon), basée sur les traces découvertes dans le Jura (allosaure sur une piste du site de Courtedoux - Sur Combe Ronde), est prometteuse pour l'étude de la locomotion des dinosaures.

Die 3D-Modelle von Kent Stevens (University of Oregon) basieren auf den im Jura entdeckten Fussspuren (Allosaurus auf einer Spur der Fundstelle Courtedoux-Sur Combe Ronde) und sind vielversprechend für die Erforschung des Dinosaurier-Bewegungsapparats.

La realizzazione dei modelli 3D di Kent Stevens (University of Oregon), basati sulle tracce scoperte in Giura (allosauro su una pista del sito di Courtedoux - Sur Combe Ronde), fa ben sperare per gli studi sulla locomozione dei dinosauri.

Actuellement, les données révèlent que le Jura était parcouru, pour les sauropodes, par des individus de petite ou de très grande taille, le diamètre de l'empreinte oscillant entre 10 et 120 cm. Ces valeurs correspondent à des animaux d'une longueur totale comprise approximativement entre 3 et 35 m, marchant à environ 2-3 km/h avec des pics atteignant les 7 km/h. Les nombreuses pistes parallèles de ces individus de diverses tailles, se déplaçant donc dans une même direction, permettent de confirmer un comportement grégaire. Les théropodes présentent des traces comprises entre 6 et 80 cm, correspondant à des animaux dont la hauteur à la hanche variait de 0.25 à 3.2 m; ils avançaient à une vitesse moyenne de 10 km/h, jusqu'à 20 km/h pour certains.

Toutes les informations rassemblées autorisent une reconstitution du paysage de l'époque et des animaux qui le peuplaient. Les simulations par images de synthèse affinent aussi les recherches et ouvrent des possibilités considérables, mais elles comportent cependant toujours une part d'interprétation.

La spécificité des fouilles jurassiennes

Une question fréquemment débattue reste en suspens: les dinosaures étaient-ils installés ou uniquement de passage dans le Jura? Plusieurs

indices suggèrent des conditions favorables à un établissement régulier: des empreintes de «bébé» ou de «géant», plus de 40 couches d'âge différent, ou encore une trace tous les 2 m². Pourtant, seuls quelques restes végétaux ont été retrouvés, alors que les dinosaures herbivores étaient probablement de véritables dévastateurs de végétation, leurs corps imposants réclamant d'énormes quantités de nourriture.

Par le biais de diverses collaborations, la paléontologie A16 a tissé à ce jour un fructueux réseau scientifique. Plusieurs spécialistes internationaux, suite à leur visite des sites de la Transjurane, ont attesté de la grande qualité de la documentation réalisée à ce jour. Une facette exceptionnelle du travail réalisé sur les empreintes de dinosaures réside dans le fait d'avoir pu fouiller et documenter, couche par couche, les intervalles à traces. Généralement, les niveaux à empreintes sont plutôt retrouvés sur des surfaces uniques, affleurant naturellement, et mis au jour par altération. Les moyens financiers sont rarement à disposition pour des fouilles manuelles de grande étendue et pour une documentation systématique. Cette méthodologie est pourtant primordiale pour comprendre, d'un niveau à l'autre, l'interaction des traces ou pour distinguer les vraies empreintes des sur-empreintes ou des sous-empreintes.



Le passé est une chance pour le présent. Paléojura est un projet cantonal initié par les autorités jurassiennes dès 2008 afin de mettre en valeur le patrimoine paléontologique et géologique, conjointement au développement des sciences naturelles dans la région. Grâce aux travaux de l'A16, les fossiles découverts, en particulier les traces de dinosaures en Ajoie, ont attiré l'attention des scientifiques, des médias, du grand public et des politiques.

Ce projet, rattaché actuellement à l'Office de la culture, s'inscrit comme une démarche complémentaire aux études scientifiques menées dans le cadre des financements A16 et devrait en être un relai à long terme. Depuis 2008, une part importante des activités de Paléojura s'attache à la valorisation scientifique et tout public de ce patrimoine. Outre la collaboration avec la Paléontologie A16, les activités de Paléojura se sont déployées en lien avec le Musée jurassien des sciences naturelles (MJSN), institution cantonale basée à Porrentruy. D'ici quelques mois, la conduite du projet Paléojura sera reprise par la Fondation Jules Thurmann, qui aura pour mission de réunir dans une seule et même structure les actions de Paléojura et du MJSN.

Des intérêts multiples. Un premier soutien de la part du Parlement jurassien, de 2008 à 2011, a permis de développer de nombreux événements centrés sur la paléontologie et la géologie (journées portes ouvertes sur le terrain, sentier didactique, colloque scien-

tifique, atelier pédagogique, expositions au MJSN). Ce financement cantonal a d'autre part permis de préciser les besoins pour une mise en valeur répondant aux attentes des acteurs scientifiques, pédagogiques, touristiques et économiques. En effet, ces découvertes constituent un potentiel de développement pour la région, en combinaison avec la prochaine ouverture de l'autoroute A16 et la réalisation d'une gare TGV à quelques kilomètres de la frontière, reliant l'Ajoie au réseau européen.

De nouvelles infrastructures pour un patrimoine exceptionnel. Un second crédit de CHF 3.3 millions a été validé par les Députés jurassiens en juin 2012, permettant la poursuite du projet visant notamment la réalisation de nouvelles infrastructures. Dans le futur, il est prévu que l'actuel MJSN puisse s'établir dans un nouveau bâtiment, plus fonctionnel pour l'accueil des visiteurs et pour la gestion des collections issues notamment des fouilles paléontologiques de l'A16. Cette nouvelle construction permettra aussi d'accueillir les collections historiques du MJSN et les nombreux objets archéologiques découverts depuis plusieurs années dans le Jura. Les nouvelles infrastructures prévoient également un parc paléontologique à Courtedoux et Chevenez mêlant visite de sites fossilifères et balade en nature. Pour ce faire, des fonds supplémentaires sont recherchés, afin de concrétiser ces démarches et ainsi contribuer à l'essor de toute une région. *— Céline Fuchs*



Expérimentation sur le terrain lors de l'atelier pédagogique « Dessine-moi un fossile ». Site de Courtedoux - Pommerat.

Versuch im Feld anlässlich des pädagogischen Workshops « Zeichne mir ein Fossil ». Fundstelle Courtedoux - Pommerat.

Sperimentazione sul terreno durante l'atelier pedagogico « Disegnami un fossile ». Sito di Courtedoux - Pommerat.

Nocturne lors des portes ouvertes Paléojura en 2009, site de Courtedoux - Béchat Bovais.

Nächtliche Impression der Fundstelle Courtedoux - Béchat anlässlich der Tage der offenen Tür « Paléojura » 2009.

Veduta notturna delle porte aperte Paleojura nel 2009, sito di Courtedoux - Béchat Bovais.



Glossaire

Taxinomie. Science qui a pour objet la classification, notamment des êtres vivants ou fossiles.

Taphonomie. Etude des processus intervenant après la mort d'un organisme (transport, enfouissement, fossilisation).

Ichnologie. Etude des traces d'activité animale.

Tidal. Relatif à la marée.

Témoign du passé, quel est ton avenir?

La construction d'une autoroute, biais de modernisation, a finalement conduit à un retour sur le passé. De la dent de requin aux traces de dinosaures, en passant par une défense de mammoth, les découvertes montrent que le sous-sol jurassien regorge de trésors. D'ici 2018, terme du mandat de la Paléontologie A16, l'essentiel du travail consistera à réaliser la synthèse des informations acquises lors des fouilles, sous la forme de catalogues. En parallèle, l'étude des fossiles fera l'objet de publications scientifiques. Dès lors, la collection des fossiles et la documentation associée seront légués à la République et Canton du Jura.

Actuellement, le Canton veille déjà à la valorisation de ce riche patrimoine par le biais de Paléojura. Ce projet œuvre à la mise place d'une structure orientée sur trois axes principaux visant à renforcer le potentiel scientifique, touristique et pédagogique.

Zusammenfassung

Der fossilienreiche Untergrund des Juras hatte 2000 – im Zusammenhang mit dem Bauprojekt der A16 Transjuranne – zur Bildung eines paläontologischen Projektes geführt. Das Ziel von Paläontologie A16 war es, das paläontologische und geologische Erbe auf dem Autobahntrasse zu retten, zu dokumentieren und wissenschaftlich zu analysieren, um es dann für die Forschung und die folgenden Generationen zur Verfügung zu stellen. Die Phase der eigentlichen Ausgrabungen von 2000-2001 führte zur Entdeckung von 50 000 Fossilien und 14 000 Dinosaurier-Fussabdrücken. Sie beweisen, dass diese Tiere im Jura vor 152 Millionen Jahren den Stränden entlang spaziert sind und im Kalkschlamm ihre Spuren eingedrückt haben. In den Jahren 2012-2018 werden die wissenschaftliche Auswertung, das Aufarbeiten der Dokumentation und der Sammlung sowie die Übergabe des Ganzen an den Kanton Jura an die Hand genommen. |

Riassunto

La ricchezza dei fossili conservati nel sottosuolo giurassiano ha giustificato la creazione nel 2000 di un gruppo di lavoro paleontologico specializzato, legato al progetto della costruzione dell'autostrada A16 Transgiurassiana. Esso ha il mandato di salvaguardare, documentare e analizzare scientificamente il patrimonio paleontologico e geologico sul tracciato dell'autostrada per metterlo a disposizione dei ricercatori e delle generazioni future. Lo scavo vero e proprio, che si è svolto dal 2000 al 2011, ha portato alla luce 50 000 fossili e 14 000 impronte di dinosauri. Quest'ultime dimostrano che 152 milioni d'anni fa gli animali passeggiarono sulle spiagge del Giura lasciando le loro impronte nel fango calcareo. Dal 2012 al 2018 è prevista la valutazione scientifica dei dati, la gestione della documentazione delle collezioni e la consegna dell'insieme di questo patrimonio alla Repubblica e Cantone del Giura. |

Bibliographie

- Sites internet: <http://www.pal-a16.ch>, <http://www.paleojura.ch>
- M.G. Lockley, Tracking Dinosaurs: A New Look at an Ancient World. Cambridge University Press, 1991.
- M.G. Lockley, Importance des sites à traces de dinosaures de l'A16 et implications. Rapport d'expertise, Paléontologie et Transjurane 18, Porrentruy, 2009.
- D. Marty, L. Cavin, W.A. Hug, C.A. Meyer, M.G. Lockley, A. Iberg, Preliminary Report on the Courtedoux Dinosaur Tracksite from the Kimmeridgian of Switzerland. Ichnos 10, 2003, pp. 209-219.
- D. Marty, Sedimentology, taphonomy, and ichnology of Late Jurassic dinosaur tracks from the Jura carbonate platform (Chevenez-Combe Ronde tracksite, NW Switzerland): insights into the tidal-flat palaeoenvironment and dinosaur diversity, locomotion, and palaeoecology. PhD Thesis, University of Fribourg, GeoFocus 21, 2008.
- K.A. Stevens, Regarding the extraordinary dinosaur tracksites of the Transjurane highway (Canton Jura, Switzerland). Rapport d'expertise, Paléontologie et Transjurane 25, 2010.

Crédit des illustrations

Flotron SA (fig. 1)
 OCC - SAP, Porrentruy (fig. 2-9, 11-12 et encadré p. 14); dessin T. Yilmaz (fig. 13)
 Terradata SA (fig. 10)
 University of Oregon, modèle 3D
 K. Stevens (fig. 14)

Remerciements

Publié avec le soutien de la Paléontologie A16 et de Paléojura.