



*Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles  
de la fin du Dernier Maximum glaciaire*

Actes de la séance de la Société préhistorique française (28 avril 2021)

Textes publiés sous la direction de Sylvain Ducasse et Mathieu Langlais

Paris, Société préhistorique française, 2026

(Séances de la Société préhistorique française, 25), p. 37-78

www.prehistoire.org

ISSN : 2263-3847 – ISBN : 2-95883-823-2

# **Les contours chronologiques du Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal (LDDM) dans le Sud-Ouest français. Synthèse radiométrique et modélisations bayésiennes comparées (OxCal & ChronoModel)**

## ***Improving the chronological framework of LDDM-yielding Magdalenian assemblages of SW France: Reviewing the radiocarbon evidence and comparative Bayesian modelling with OxCal and ChronoModel***

Carolyn BARSHAY-SZMIDT, Philippe LANOS, Sylvain DUCASSE, Mathieu LANGLAIS,  
Laurent BROU, Stéphane MADELAINE, Jean-Baptiste MALLYE, Jean-Marc PÉTILLON  
et Jérôme PRIMAULT

**Résumé :** Chaînon manquant de la transition badegoulo-magdalénienne, les industries à lamelles à dos dextre marginal (LDDM) réintègrent aujourd'hui, près de vingt ans après leur (re-)découverte au Petit Cloup Barrat (Cabrerets, Lot), l'archéoséquence magdalénienne du Sud-Ouest français. Si le jeu des comparaisons intersites permet de proposer un schéma évolutif robuste qui voit le Magdalénien à LDDM succéder aux industries à nucléus et lamelles Orville-Bertonne et précéder le Magdalénien inférieur à micro-lamelles à dos, l'intervalle chronologique précis durant lequel cette tradition technique s'est développée restait mal cerné du fait d'un corpus de données insuffisant et contradictoire. Afin de combler cette lacune, un programme de datations  $^{14}\text{C}$  a systématiquement accompagné les études et les révisions archéostratigraphiques menées ces dernières années sur six gisements de référence, situés entre les contreforts pyrénéens et le Poitou (grotte des Scilles, Haute-Garonne ; abri Houleau, Gironde ; grotte de Combe-Cullier, Lot ; grotte de Lascaux, Dordogne ; Grotte Bouyssonie, Corrèze ; Taillis des Coteaux, Vienne). Si les stratégies d'échantillonnage et la nature des vestiges datés ont varié en fonction des contraintes inhérentes à chaque site ou à chaque collection, la plus grande part des mesures a été réalisée à partir de vestiges fauniques déterminés ou d'objets finis et de déchets techniques en bois de cervidé ; la seule exception a concerné les assemblages de la Grotte Bouyssonie qui, faute d'ossements conservés, ont été datés à partir de charbons de bois. L'ensemble des échantillons a été confié aux laboratoires d'Oxford ( $n = 16$ ), de Beta Analytic ( $n = 5$ ), de Poznan ( $n = 4$ ) et de Lyon-Saclay ( $n = 1$ ). Après avoir écarté les mesures aberrantes, identifiées comme telles par les laboratoires dateurs, les 22 dates retenues définissent un intervalle cohérent, mais relativement étalé (c.-à-d. entre 22,2 cal. ka BP et 19,8 cal. ka BP), recouvrant les derniers temps du Badegoulien ainsi que les premières expressions du Magdalénien, deux ensembles déjà marqués par une forte continuité chronologique. L'intégration de ces résultats à un jeu de données de comparaison élargi aux différentes traditions techniques documentées dans le Sud-Ouest français entre 23 cal. ka BP et 18,5 cal. ka BP ( $n = 54$  mesures) a nécessité un travail de traitement statistique permettant d'affiner le positionnement chronologique et la durée du Magdalénien à LDDM. Fondé sur les postulats d'une succession stricte entre chaque phase et d'un rythme évolutif identique sur l'ensemble de la zone considérée, un travail de modélisation bayésienne a été mené à travers une approche comparée des logiciels OxCal (université d'Oxford) et ChronoModel (CNRS). Malgré des modes de structuration et de fonctionnement sensiblement différents, ces deux logiciels offrent des résultats très comparables et, grâce à la prise en compte du modèle de Phases, s'accordent pour situer le Magdalénien à LDDM dans une chronologie resserrée, entre 21,5 cal. ka BP et 20,5 cal. ka BP.

**Mots-clés** : sud-ouest de la France, Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal (LDDM), datations  $^{14}\text{C}$  SMA, modélisation bayésienne, OxCal, ChronoModel.

**Abstract:** The Badegoulian-Magdalénien transition in SW France is currently undergoing a major re-evaluation, in terms of finer understanding of the industries contained within it, their stratigraphic order and their precise radiometric dates. (Re)-discovered over twenty years ago, at Le Petit Cloup Barrat, the LDDM assemblages (*industries à lamelles à dos dextre marginal*) were not well defined stratigraphically or radiometrically. The few available dates, falling in the range 19.5–19 cal. ka BP, overlapped both the late Badegoulian and early Magdalénien and assemblages seemed to contain a mix of traits, making it unclear whether they were a variant of one or the other or a separate parallel techno-complex. Since then, the LDDM industries have been found across many more sites in the Aquitaine basin, often in stratigraphic sequences with Badegoulian and Magdalénien assemblages. In addition, more of them have had  $^{14}\text{C}$  dates done on their organic artifacts, many from more solid contexts, pointing instead to a much earlier occurrence, ca. 22–21 cal. ka BP. Subsequent research showed that the earlier discovered assemblages had likely been mixed and/or had chemically problematic samples regarding dating.

The DEX-TER project emerged from our large-scale re-evaluation of this industry (Ducasse *et al.*, this volume b; Langlais *et al.*, this volume b), with its main goal being to define the LDDM industries more precisely, not only in typo-technological terms, but also in space and time. This was done in parallel with re-evaluations of former excavations, as well as incorporation of new excavations exhibiting layers containing LDDM-yielding assemblages.

To do so, we (1) conducted a new  $^{14}\text{C}$  sampling program and (2) used computer modelling programs to improve the precision of the LDDM date of occurrence. We used both OxCal (University of Oxford) and ChronoModel (CNRS) to see if we would achieve the same results. The analyzed LDDM assemblages are from six sites, centered on the Périgord, but expanding to the southern and eastern parts of the Aquitaine basin (fig. 1). Some were excavated in the mid-20th century, so required much analysis and re-evaluation of excavation notes to ensure appropriate sampling for dating; they are Les Scilles cave (Haute-Garonne), Houleau rockshelter (Gironde), Combe-Cullier cave (Lot) and Lascaux cave (Dordogne). Two others, Taillis des Coteaux (Vienne) and Grotte Bouyssonie (Corrèze), are post-2000 excavations that are continuing. Twenty-two LDDM dates are presented in this paper, of which nine are new here, sampled from old excavations at Houleau and Les Scilles; the other 13 were published in recent literature, done either on the old excavations or current ones of the six sites (fig. 2 to fig. 7). The main laboratories involved are ORAU (Oxford), Poznań, Beta Analytic and Lyon-Saclay. The majority are on identified animal bones or antler artifacts, with a few done on charcoal (table 1, table 2 and table 3; annex 1 and annex 2).

Calibrated using the IntCal20 curve, these 22 LDDM scrutinized assemblages fall in the period 22.2–19.8 cal. ka BP (fig. 7). Far from filling a chronological gap, this set overlaps both the late Badegoulian and the MLD-yielding Lower Magdalénien (MLD for *micro-lamelles à dos*; fig. 8a). As a result, we used modelling to see if we could narrow their date of occurrence when placing them within a wider comparative context of sites dating to 23–18.5 cal. ka BP (beginning of Late Badegoulian to end of Early Middle Magdalénien). The dates and assemblages we included as a larger comparative framework surrounding LDDM assemblages also underwent verification before inclusion (annex 3). Only AMS dates were considered; all “classic” dates were excluded, as were all dates from perturbed contexts (Le Petit Cloup Barrat, Pégourié, Reverdit rockshelter, Rond-du-Barry, NA3 from Casserole rockshelter). In the end, 54 dates from nine sites formed the comparative database. Adding the 22 LDDM dates mentioned above, our corpus contained 76 AMS  $^{14}\text{C}$  dates in total (table 3): 19 Badegoulian, six assemblages containing Orville/Bertonne cores, 22 LDDM, 18 MLD-yielding Lower Magdalénien and 11 Early Middle Magdalénien. Our modelling framework was based on two postulates: (1) the few long stratigraphic sequences that exist show a clear superposition of industries: Badegoulian (older and newer phases combined) → Orville/Bertonne cores-yielding industry → LDDM-yielding Magdalénien → MLD-yielding Magdalénien → Early Middle Magdalénien (fig. 8; Langlais *et al.*, this volume b); (2) As far as can be determined from long and shorter stratigraphic sequences, this general sequence holds true across the SW France geographic region, although the resolution at this time period may not be able to detect smaller variations. We have no evidence of hiatuses or interstratification between these traditions, no more than mixed-trait assemblages within the undisturbed contexts included here.

Our main objective being to determine more precisely the beginning and end dates of the LDDM, we used two modelling software programs to achieve this (OxCal and ChronoModel). The small number of dates per level and the lack of long stratigraphies (often only one occupational layer) meant that we could not model each site separately to compare their results. Instead, we merged all the dates ascribed to a technocomplex together to create one long regional sequence that we then modelled.

Among OxCal’s various models, the one that represented best our knowledge of this period and region was the Contiguous Phase Model (five phases), with each phase representing one of the five technical traditions (fig. 8a). Although we do not know the date of first or last occurrence of each Phase, OxCal generates Boundaries between Phases based on our data. Initially, we ran the model with all 76 dates but ran an Outlier Analysis (0.05%) on the overall model and on each date to see which, if any, of the dates, might be far from the majority. The model was run through millions of iterations until it stopped on its own. Eleven outliers, having probability > 10% were detected, which explains the low Agreement Index ( $A_{\text{model}} = 5.5$ ; annex 4 and annex 5). We re-ran the same model, this time eliminating those 11 outliers, greatly improving the Agreement Index ( $A_{\text{model}} = 105.3$ ; fig. 8b; table 4 and CQL code in annex 9). Of note, however, is that the dates of transition between Phases are not statistically different after the removal of outliers (table 5). The OxCal model proposes a development of the LDDM from 21.5–20.6 cal. ka BP from beginning to end (fig. 9; table 5). This is far earlier than the first few  $^{14}\text{C}$  dates had suggested.

The same database and postulates were used to model with ChronoModel software (henceforth CM). It is very similar to OxCal and BCal in that it allows for modelling of chronometric data (here  $^{14}\text{C}$  dates) while incorporating a priori archaeological information. It differs from these in two important ways, however: the use of an Event model and the lack of use of Boundaries. The Event model allows for the automatic penalization of outliers such that a second treatment of outliers becomes unnecessary, in contrast with OxCal. A five-phase model was created by grouping assemblages of the same technocomplex together, as was done in OxCal (annex 10 and annex 11). The Markov Chain Monte Carlo (MCMC) calculations were done with 1 million iterations, after an initial burn-in of 1,000 iterations and a period of adaptation of the MCMC parameters of 20,000 iterations. In CM, the beginning and end of Phases

are estimated directly from dates of events within each phase. A Phase in CM can represent either ordered events (like Sequence in OxCal) or non-ordered events (like Phase in OxCal). In this model, an order of succession was imposed on the five technocomplexes to make CM Phases similar to those of OxCal. CM creates “Phase time ranges” which are ranges representing the shortest possible interval which contains the beginning and end of the phase for 95% of the million iterations. It thus gives a good idea of the phase’s position in time and duration. As such, the Phase time range produced by the CM model resulted in the LDDM being situated 21.52–20.46 cal. ka BP (table 6; fig. 10a), i.e. virtually identical to OxCal’s result.

CM can also determine the “Transition range” (table 7; fig. 10b), which is the period between phases. It calculates the shortest possible interval that contains both the end (last event) of the preceding phase and the beginning (first event) of the subsequent phase at 95%. Thus, this calculation is based on the actual events (dates) of each phase. It is the equivalent of OxCal’s Boundaries except that the latter are calculated to be between the end and next beginning and so, by definition, are included in the CM “transition range” and their length will be shorter (seen in fig. 11: shorter OxCal transition ranges than CM ones). This different way of calculating transitions can make results of the two software programs appear different from each other by over a century. Unfortunately, there is not enough temporal resolution in this time period to determine which of these is more representative of archaeological reality.

All in all, OxCal and CM produced almost identical models despite structurally different approaches, placing the LDDM-yielding Magdalénien in a 1,000 years interval between 21.5 cal. ka BP and 20.5 cal. ka BP. Thus, parallel to a robust typo-techno-economical characterization (see this volume), this newly recognized technocomplex now has a specific chronological position within the increasingly complex Badegoulian-to-Magdalénien transition in SW France. While this study again demonstrates the importance of accurate stratigraphic data and the use of Bayesian chronological modelling to address these specific questions, it has, however, highlighted the limitations of the depth resolution of radiocarbon dating when addressing rapid changes (table 8). Combined with common, but poorly predictable, physicochemical issues and the low resolution of certain parts of the archaeological record, these limitations grow in importance when it comes to broadening the geographical scope of the discussion. Whether the chronostratigraphic and chronological framework of each of the five techno-complexes presented here for SW France apply elsewhere needs to be assessed independently in each of these other zones. One needs to scrutinize existing  $^{14}\text{C}$  dates and stratigraphies, and carefully date new ones to include only reliable assemblages and dates in any chronostratigraphy and modelling attempts. These can then be compared to our results to see the extent of technical and cultural trajectories across wider regions.

**Keywords:** Southwestern France, LDDM-yielding Magdalénien,  $^{14}\text{C}$  AMS dating, Bayesian modelling, OxCal, ChronoModel.

**A**u moment de leur identification (par ex. Castel *et al.*, 2006 ; Chauvière *et al.*, 2008 ; Pétillon *et al.*, 2008 ; Langlais, 2010 ; Langlais et Ducasse, 2013), les industries à lamelles à dos dextre marginal (LDDM) ont directement alimenté les débats en cours sur la transition badegoulo-magdalénienne (par ex. Bodu *et al.*, 2007a). Ces débats, essentiellement structurés autour de la caractérisation d’un Magdalénien inférieur *sensu lato* (Cazals, 2005 ; Langlais *et al.*, 2007) et de la révision des composantes (micro-)lamellaires du Badegoulien (par ex. Bodu et Senée, 2001 ; Bodu *et al.*, 2007b ; Bodu et Chehmana, 2008 ; Ducasse, 2004, 2010 et 2012), reposaient sur un cadre archéostratigraphique et radiométrique alors en pleine recomposition. À l’échelle de ce renouvellement épistémologique, la principale question posée par – ou plutôt à – ces industries à LDDM était celle de leur attribution chronoculturelle (Ducasse *et al.*, 2011). Les arguments mis à contribution, d’ordre essentiellement typo-technologique et stratigraphique, s’accompagnaient de repères radiométriques étayant l’hypothèse d’une attribution aux toutes premières phases du Magdalénien, alors en pleine redéfinition (par ex. Brou et Primault, 2002 ; Le Brun-Ricalens et Brou, 2003 ; Langlais, 2007). De fait, qu’il s’agisse du Petit Cloup Barrat (Cabrerets, Lot ; fouilles J.-C. Castel et F.-X. Chauvière), site lotois où le morphotype LDDM fut (re-)découvert<sup>1</sup> et défini (Langlais *et al.*, ce volume b), ou bien des industries de la grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne ; fouilles R. de Saint-Périer), dont la réévaluation permit pour la première fois de tracer l’existence d’industries à LDDM aux marges du domaine nord-aquitain (Langlais *et al.*, 2010),

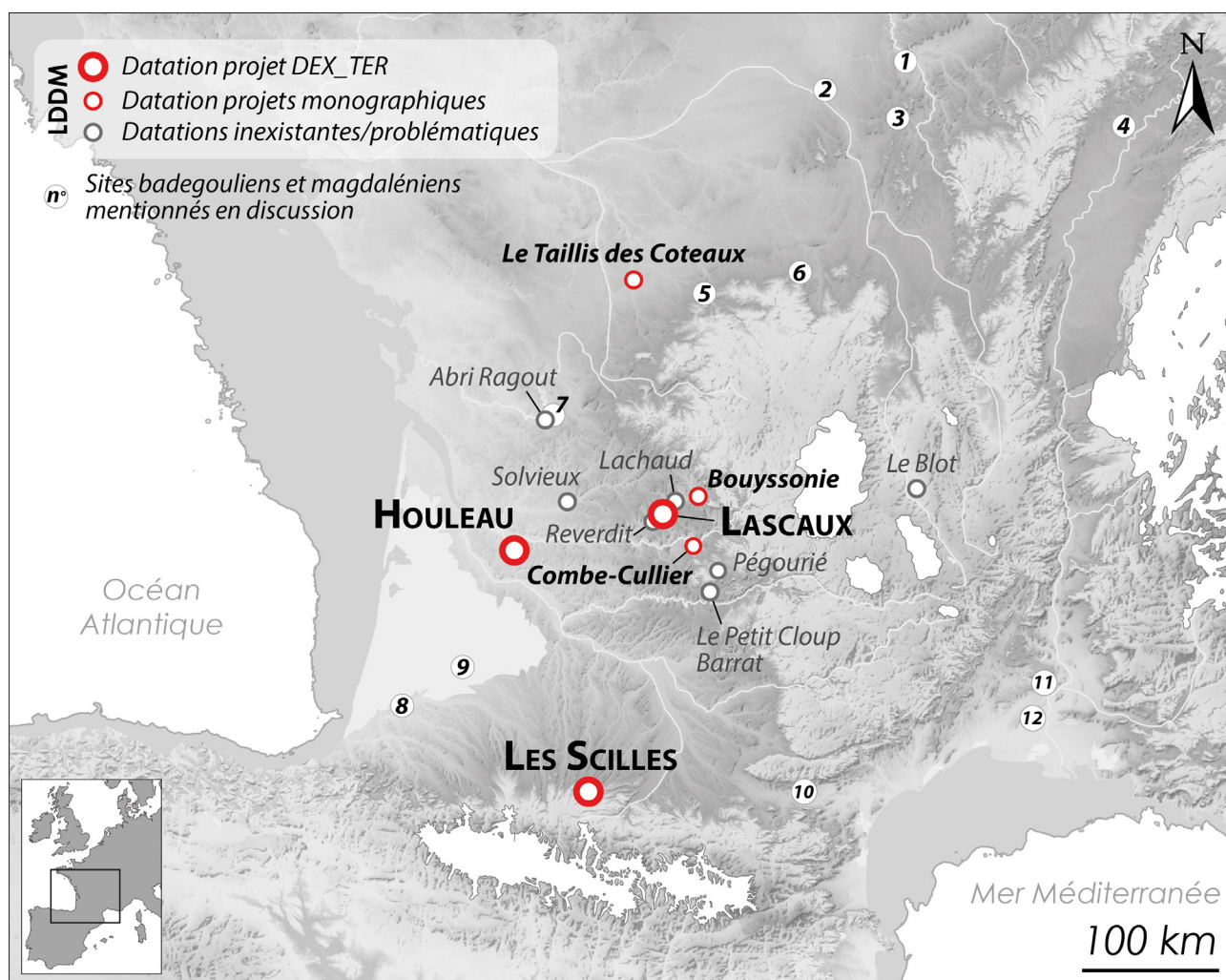
les âges obtenus plaçaient ces assemblages dans une chronologie pleinement magdalénienne, centrée autour de 19,5-19 cal. ka BP<sup>2</sup> (le Petit Cloup Barrat, couche 8c :  $15870 \pm 150$  BP, Lyon-5603/SacA-12679 ; les Scilles, couche B :  $16180 \pm 140$  BP, TO-13555).

Ces premiers repères radiométriques, tout en renforçant l’hypothèse d’une succession stricte entre Badegoulien récent et industries à LDDM<sup>3</sup>, alimentèrent dans le même temps la diversité synchronique du Magdalénien inférieur : à partir d’un socle techno-économique comparable, les assemblages alors classés sous cette étiquette révélaient une composante lamellaire et microlamellaire plurielle dont la diversité intersites restait à interpréter. Au sein de ce corpus, l’assemblage des couches 8c et 4 du Petit Cloup Barrat se posait par ailleurs comme une sorte de syncrétisme, dans la mesure où les lamelles à dos dextre marginal, sans être quasi exclusives comme aux Scilles (couche B), s’accompagnaient d’une gamme de microlithes bien documentée dans plusieurs assemblages du Magdalénien inférieur à microlamelles à dos (MLD) dépourvus de LDDM (par ex. couches 23-25 de l’abri Gandil, Tarn-et-Garonne : Langlais *et al.*, 2007 ; couche 4 de Saint-Germain-la-Rivière, Gironde : Lenoir *et al.*, 1991 ; Langlais *et al.*, 2015 ; ensemble AG-IIIa de la grotte du Taillis des Coteaux, Vienne : Primault *et al.*, 2007). L’avancée des études au Petit Cloup Barrat vint rapidement questionner l’homogénéité des assemblages recueillis au sein de la couche 4, non seulement face à la dispersion des datations  $^{14}\text{C}$  entre 22-19 cal. ka BP<sup>4</sup> (Ducasse *et al.*, 2011 ; Chauvière *et al.*, 2017), mais aussi face à la présence de marqueurs badegouliens associés.

L'hypothèse alternative d'un phasage chronologique de ces différentes expressions techniques – difficilement lisible sur le site (Langlais *et al.*, ce volume b) – fut alimentée au début des années 2010 par la découverte, au Taillis des Coteaux, d'assemblages quasi exclusivement composés de LDDM (AG-IIIc et AG-IIIe) intercalés entre les ensembles AG-Vd et AG-IIIa – ces derniers, respectivement attribués au Badegoulien récent et au Magdalénien inférieur à MLD, étant tous deux bien situés sur le plan radiométrique (Primault *et al.*, 2010 ; Gioé, 2012). S'il fallut attendre encore quelques années avant l'obtention de repères  $^{14}\text{C}$  spécifiques (Primault *et al.*, 2015 et 2020), l'âge des industries à LDDM issues des ensembles AG-IIIc

et AG-IIIe pouvait dès lors être déterminé en creux et situé entre 22 cal. ka BP et 21 cal. ka BP, c'est-à-dire dans une chronologie très distincte de celle proposée à partir des données initialement acquises aux Scilles et au Petit Cloup Barrat.

Ainsi, après avoir joué un rôle important, mais relativement lâche, dans l'établissement à grands traits de l'archéoséquence badegoulo-magdalénienne du Sud-Ouest français, l'ancrage chronologique précis des industries à LDDM s'est rapidement imposé comme un enjeu majeur. Parallèlement à la réévaluation critique des archéoséquences magdaléniennes et badegouliennes, au sein desquelles ce morphotype lamellaire avait pu être documenté ou sa



**Fig. 1** – Localisation des sites à lamelles à dos dextre marginal (LDDM) ayant fait l'objet d'une révision radiométrique dans le cadre du projet DEX\_TER (en capitales) ou à l'occasion d'opération de fouilles programmées et de publications monographiques (en minuscules, gras et italique). En grisé sont indiqués les principaux autres sites pour lesquels la présence de Magdalénien à LDDM est attestée ou soupçonnée. Les cercles numérotés correspondent aux sites mentionnés dans la discussion : Thèmes (n° 1) ; Trocadéro (n° 2) ; Oisy (n° 3) ; la Roncière (n° 4) ; la Malignière (n° 5) ; la Faye-Godet (n° 6) ; le Placard (n° 7) ; Seyresse (n° 8) ; Cabanne (n° 9) ; Lassac (n° 10) ; Fontgrasse (n° 11) ; Bellegarde (n° 12) (Infographie S. Ducasse ; fond de carte IGN 2012-Open Source ; lignes de côte LGM et extension des glaciers d'après Ehlers *et al.*, 2011 et Zickel *et al.*, 2016).

**Fig. 1** – Location of LDDM-yielding Lower Magdalenian sites having undergone a radiometric revision within the DEX-TER project (in bold capitals) or as part of an excavation or publication (lower-case bold italics). Light grey italic sites are other major sites in which the LDDM is either suspected or confirmed. Numbered circles correspond to sites mentioned in the discussion (infographics S. Ducasse; Background map IGN 2012-Open Source; LGM glacier extension from Ehlers *et al.*, 2011 and Zickel *et al.*, 2016).

présence soupçonnée (Ducasse *et al.*, ce volume b ; Langlais *et al.*, ce volume b), l'un des objectifs structurant du projet collectif DEX\_TER<sup>5</sup> (2018-2021) était de préciser les contours chronologiques de ce phénomène technique par la mise en œuvre d'un programme de datations <sup>14</sup>C ciblé, complémentaire des données acquises – ou en cours d'acquisition – dans le cadre de projets distincts (fouille programmée de la Grotte Bouyssonie, Corrèze, D. Pesesse dir., puis V. Delvigne, É. Lesvignes et M. Langlais dir. ; fouille programmée de la grotte du Taillis des Coteaux, Vienne, J. Primault dir. ; projet collectif de recherche «Chronologie absolue du Magdalénien en Poitou-Charentes», L. Brou et J. Primault coord. ; Langlais *et al.*, 2025 ; PCR SaM, S. Ducasse et C. Renard coord.). Dans le prolongement du renouvellement récent du cadre radiométrique des occupations paléolithiques de la grotte de Lascaux (Ducasse et Langlais, 2019), la présente contribution s'attachera à (1) détailler la démarche méthodologique et les stratégies d'échantillonnage qui ont été les nôtres pour les industries à LDDM, (2) dresser, sur cette base, un bilan critique des données disponibles, puis, en s'appuyant sur le modèle archéostratigraphique proposé à partir de la révision des principales séquences stratigraphiques (Langlais *et al.*, ce volume b), (3) réinsérer le Magdalénien à LDDM au sein d'un modèle chronologique robuste, statistiquement contrôlé (voir l'annexe 3 pour le détail des stratégies de sélection adoptées lors de la constitution du corpus de comparaison diachronique). Ce dernier objectif, inscrit dans une dynamique désormais incontournable mais parfois piègeuse en l'absence de regard critique non seulement sur le corpus de données considéré, mais aussi sur les choix statistiques opérés (par ex. Bayliss, 2015 ; Hamilton et Krus, 2018), est ici abordé à travers une approche bayésienne comparée des outils offerts par les logiciels OxCal (Bronk Ramsey, 2009a) et ChronoModel (Lanos et Philippe, 2017).

## **RENOUVELER LES DONNÉES : CHOIX MÉTHODOLOGIQUES ET STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE**

### **Déclassifier les archives : anciennes fouilles, nouvelles données**

Après avoir écarté les gisements de plein air exempts de matériaux organiques datables (Solvieux, Saint-Louis-en-l'Isle, Dordogne : Sackett, 1999), les assemblages qui n'ont finalement pas pu être réexaminés dans le cadre du projet (abri André Ragout, Vilhonneur, Charente : Balout, 1958) ou encore ceux qui l'ont été trop tardivement pour alimenter concrètement ce travail (abri Lachaud, Terrasson, Dordogne : Cheynier, 1965), le support principal du renouvellement des données radiométriques présenté ici est très essentiellement constitué d'ensembles archéologiques issus de fouilles anciennes. Autour de Lascaux, dont les assemblages paléolithiques aujourd'hui disponibles furent exhumés entre 1940 et le tout début des années 1960 (Leroi-Gourhan et

Allain, 1979 ; Glory, 2008), le corpus réuni se compose de gisements fouillés entre les années 1920 (grotte des Scilles, Lespugue, Haute-Garonne ; fouilles R. de Saint-Périer : Saint-Périer, 1926) et les années 1970 (grotte de Combe-Cullier, Lacave, Lot ; fouilles J.-F. Flies : Langlais *et al.*, 2018). Complété par l'abri Houleau (Sainte-Florence, Gironde ; fouilles M. Sireix et É. Tessier : Bordes, 1961 ; Ducasse *et al.*, ce volume b), dont les travaux de terrain ont été menés de manière discontinue entre les années 1950 et le début des années 1960, ce corpus couvre, à partir du noyau périgourdin, un espace géographique orienté vers le sud et l'est du Bassin aquitain (fig. 1). La diversité des contraintes inhérentes aux spécificités de chacun de ces contextes (problèmes d'enregistrement liés aux méthodes de fouilles, contrastes dans la conservation des vestiges organiques, contraintes patrimoniales, etc.) a conduit à une adaptation constante des stratégies d'échantillonnage et de prélèvement mises en place. Si le recours à des acquisitions photogrammétriques préalables à tout prélèvement a été décidé dans le cas spécifique de la grotte de Lascaux (Ducasse et Langlais, 2019), c'est par la réalisation de clichés photographiques classiques, couplés à l'acquisition de données morphométriques précises lorsque nécessaire (éléments d'industrie), que nous avons assuré la conservation virtuelle des caractéristiques initiales de chaque vestige. Lorsqu'ils n'ont pas été réalisés par le laboratoire dateur, les prélèvements l'ont été par certains d'entre nous (J.-M. Pétillon, M. Langlais et S. Ducasse) et selon un protocole qui, largement décrit par ailleurs (par ex. Brou, 2006 ; Pétillon et Ducasse, 2012 ; Ducasse *et al.*, 2014), permet non seulement de limiter leur impact, mais également, ce faisant, d'assurer la reproductibilité des résultats obtenus. En l'absence d'archives détaillant l'historique des traitements de conservation subis après la fouille par les vestiges sélectionnés pour datation, nous avons systématiquement évité toutes zones présentant des traitements visibles (marquages, vernis, collages, etc.). Si nous ne pouvons garantir que certains de ces objets aient pu être imprégnés de substances n'ayant laissé aucune trace visible, les procédés de décontamination mis en œuvre par les laboratoires garantissent théoriquement leur élimination (Higham *et al.*, 2006 ; Oberlin et Valladas, 2015). Enfin, à l'exception de la datation de l'UA4 de Combe-Cullier, qui a été réalisée dans le cadre du programme ARTEMIS (Billard, 2008 ; Beck *et al.*, 2023) et a bénéficié, à ce titre, des services du Centre de datation par le radiocarbone de Lyon (CDRC ; pour la préparation des échantillons) et du laboratoire de Saclay (LMC14 ; pour la datation), l'ensemble des nouvelles mesures réalisées par spectrométrie de masse par accélérateur (SMA) a été confié au laboratoire ORAU d'Oxford. Les lignes qui suivent présentent, pour chacun des sites considérés, les données radiométriques disponibles antérieurement, les questionnements spécifiques liés aux assemblages analysés, la stratégie adoptée ainsi que les résultats obtenus (tabl. 1 ; voir l'annexe 1 pour le détail des données physico-chimiques).

|    | Site                                                                                                                                                                                                                              | Référence                | Espèce                  | Nature                                           | Code laboratoire             | Résultat brut [BP]                | Âge calibré à 95,4 % [cal BP] IntCal20 | Références                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| 1  | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | Scilles_Ran_1            | Renne                   | Métatarse droit                                  | OxA-38333                    | 17639 ± 81                        | 21716-21005                            | Cet article                   |
| 2  | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | Scilles_Ran_3            | Renne                   | Métatarse droit                                  | OxA-38334                    | 17709 ± 80                        | 21820-21099                            | Cet article                   |
| 3  | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | Scilles_Rupi_1           | Chamois                 | Tibia droit                                      | OxA-38335                    | 17700 ± 81                        | 21805-21080                            | Cet article                   |
| 4  | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | Scilles_Bov_1            | Boviné                  | Tibia droit                                      | OxA-38336                    | 18042 ± 85                        | 22241-21512                            | Cet article                   |
| 5  | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | ECH1_scibdcman 19        | Renne_Bois              | Baguette extraite par double rainurage           | OxA-X-3106-14                | 16120 ± 83                        | 19620-19166                            | Cet article                   |
|    | «This sample was OxA-X-ed due to a low pretreatment yield. We obtained 3.29 mg of collagen from 582 mg of bone material (0.6% wt.coll.). This is below our threshold for routine acceptance.»                                     |                          |                         |                                                  |                              |                                   |                                        |                               |
| 6  | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | ECH2_scibdcman 40_2021   | Renne_Bois              | Élément appointé sur baguette                    | OxA-40627                    | 17526 ± 73                        | 21392-20938                            | Cet article                   |
| 7  |                                                                                                                                                                                                                                   | ECH2_scibdcman 40_2009   |                         |                                                  | TO-13555                     | 16180 ± 140                       | 19891-19155                            | Langlais <i>et al.</i> , 2010 |
| 8  | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | ECH3_scibdcman 65        | Renne_Bois              | Élément appointé sur baguette                    | OxA-40628                    | 17160 ± 70                        | 20885-20530                            | Cet article                   |
| 9  | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | ECH4_sci os man          | Ongulé de grande taille | Retouchoir sur diaphyse avec traces de rainurage | OxA-40629                    | 17706 ± 76                        | 21809-21105                            | Cet article                   |
| 10 | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | .                        | Renne_Bois              | Pointe de Lussac-Angles                          | TO-13554                     | «CO2 perdu lors de la combustion» |                                        | Langlais <i>et al.</i> , 2010 |
| 11 | Les Scilles                                                                                                                                                                                                                       | .                        | Renne_Bois              | Outil intermédiaire                              | TO-13557                     | «Pas de collagène»                |                                        | Langlais <i>et al.</i> , 2010 |
| 12 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | ECH1_D39_57b             | Cheval                  | Dent_molaire supérieure 2 droite                 |                              | «Failed due to low yield»         |                                        |                               |
| 13 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | ECH2_D39_280             | Renne                   | Première phalange distale                        | OxA-X-2807-22                | 17640 ± 110                       | 21774-20969                            | Cet article                   |
| 14 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | ECH3_E37_17              | Cheval                  | Dent_molaire supérieure 3 droite                 |                              | «Failed due to low yield»         |                                        |                               |
| 15 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | ECH4_E37_15              | Cheval                  | Métacarpien droit                                | OxA-38348                    | 17134 ± 96                        | 20899-20482                            | Cet article                   |
| 16 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | ECH5_E37_292             | Saïga                   | Dent_molaire supérieure 1-2 gauche               |                              | «Failed due to high C/N»          |                                        |                               |
| 17 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | ECH6_E37_436             | Renne                   | Radio-ulnaire                                    |                              | «Failed due to high C/N»          |                                        |                               |
| 18 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | R_ECH1_E37_361           | Hydrontin               | Talus                                            |                              | «Failed due to low yield»         |                                        |                               |
| 19 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | R_ECH2_D39_371           | Renne                   | Scapula                                          | OxA-X-3101-12                | 17120 ± 160                       | 21032-20288                            | Cet article                   |
|    | «This sample had a low collagen yield which was less than 5 mg, our usual minimum threshold. We extracted 1.4 mg from 555 mg of bone. For this reason we have OxA-X-ed the result, which does come with a slight health warning.» |                          |                         |                                                  |                              |                                   |                                        |                               |
| 20 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | R_ECH3_E37_533           | Bos/Bison               | Fragment d'os long                               |                              | «Failed due to no yield»          |                                        |                               |
| 21 | Houleau                                                                                                                                                                                                                           | R_ECH4_D39_50-58         | Renne_Bois              | Base de bois avec traces de rainurage            | OxA-40011                    | 17146 ± 78                        | 20883-20513                            | Cet article                   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                         |                                                  | OxA-40012                    | 17186 ± 80                        | 20914-20534                            | Cet article                   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                         |                                                  | R_Combine OxA-40011 et 40012 | 17166 ± 56                        | 20875-20547                            | Cet article                   |
| 22 | Lascaux                                                                                                                                                                                                                           | ECH 1_Nef - car          | Renne                   | Humérus gauche (diaphyse)                        | OxA-38349                    | 17583 ± 92                        | 21687-20921                            | Ducasse et Langlais, 2019     |
| 23 | Lascaux                                                                                                                                                                                                                           | ECH 2_Nef                | Renne                   | Tibia droit (diaphyse)                           | OxA-38350                    | 17564 ± 98                        | 21673-20900                            | Ducasse et Langlais, 2019     |
| 24 | Lascaux                                                                                                                                                                                                                           | ECH 3_Passage            | Renne                   | Tibia gauche (diaphyse)                          |                              | «Failed due to low yield»         |                                        | Ducasse et Langlais, 2019     |
| 25 | Lascaux                                                                                                                                                                                                                           | ECH 4_Puits 1960 10 -C²- | Renne                   | Humérus droit (diaphyse)                         | OxA-38351                    | 17817 ± 96                        | 21992-21359                            | Ducasse et Langlais, 2019     |
| 26 | Lascaux                                                                                                                                                                                                                           | ECH 5_Cheval inversé     | Renne                   | Radius gauche                                    | OxA-38352                    | 17549 ± 97                        | 21476-20885                            | Ducasse et Langlais, 2019     |
|    |                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                         |                                                  | OxA-38353                    | 17578 ± 92                        | 21681-20916                            | Ducasse et Langlais, 2019     |
|    |                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                         |                                                  | R_Combine OxA-38352 et 38353 | 17564 ± 67                        | 21414-20969                            | Ducasse et Langlais, 2019     |
| 27 | Combe Cullier                                                                                                                                                                                                                     | UA5b_c16_I25_9           | Renne                   |                                                  | Ly-13449 (SacA-47556)        | 17290 ± 100                       | 21127-20546                            | Langlais <i>et al.</i> , 2018 |

**Tabl. 1** – Synthèse des datations SMA obtenues pour les assemblages à LDDM issus de fouilles anciennes (1923-1974). Le détail des données physico-chimiques fournies par les laboratoires est compilé en *annexe 1*. Les calibrations ont été réalisées avec le logiciel OxCal (v4.4.4 : Bronk Ramsey, 2021) à partir de la courbe de calibration IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020). Codes laboratoires = OxA : Oxford Radiocarbon Accelerator Unit, Ly: Centre de datation par le radiocarbone de Lyon, SacA : Laboratoire de mesure du carbone 14 du CEA de Saclay, TO: IsoTrace Laboratory de Toronto.

**Table 1 (left)** – Summary of AMS  $^{14}\text{C}$  dates obtained for LDDM-yielding Lower Magdalenian assemblages from older excavations (1923-1974). Details of the physicochemical data provided by the laboratories are compiled in annex 1. Calibrations were done with OxCal (v4.4.4: Bronk Ramsey, 2021) which is based on the IntCal20 calibration curve (Reimer et al., 2020).

*La grotte des Scilles, couche B*  
(Lespugue, Haute-Garonne)

C'est au milieu des années 2000, à l'occasion d'une réévaluation interdisciplinaire des collections Saint-Périer, que fut programmée une première campagne de datation  $^{14}\text{C}$  (Pétillon *et al.*, 2008 ; Langlais *et al.*, 2010). Fondé sur une sélection de vestiges techniques et d'objets finis en bois de cervidé, ce travail avait pour but de discuter de l'homogénéité de l'assemblage magdalénien issu de la couche B, notamment caractérisé par la présence marquée de LDDM et l'existence discrète de possibles pointes de Lussac-Angles (Chauvière *et al.*, ce volume). Si l'hypothèse diachronique, difficilement soutenable à partir des équipements en silex, n'avait finalement pas pu être testée à la suite de l'échec de la datation de deux des trois échantillons sélectionnés (tabl. 1, n<sup>os</sup> 10 et 11), l'âge de  $16180 \pm 140$  BP (19891-19155 cal. BP ; tabl. 1, n<sup>o</sup> 7), obtenu à partir d'un déchet de sectionnement de baguette appointée très fréquent au sein de l'assemblage, conforta l'hypothèse minimale d'une ou de plusieurs occupations contemporaines du Magdalénien inférieur. Or, dix ans plus tard, cet âge est finalement apparu peu compatible non seulement avec l'intervalle chronologique attendu pour le Magdalénien à LDDM (cf. *supra*) mais également avec le type d'objet daté (Chauvière *et al.*, ce volume). Ainsi, afin d'obtenir de nouveaux éléments de discussion et de pondérer la fiabilité de cette mesure, une première phase du programme de datation a consisté à produire de nouveaux âges SMA à partir de plusieurs vestiges fauniques sélectionnés parmi les principales espèces d'ongulés documentées au sein de l'assemblage. Ainsi, quatre restes attribués au renne (n = 2), au chamois (n = 1) ainsi qu'à un boviné indéterminé (n = 1) ont été sélectionnés :

- Ran\_1 et Ran\_3 : métatarses droits de renne (*Rangifer tarandus* ; fig. 2, n<sup>os</sup> 2 et 3) ; le renne correspond au taxon le mieux représenté de l'assemblage de la couche B (n = 40, soit près de 41 % des 89 restes déterminés : Letourneux et David *in* Langlais *et al.*, 2010) ; notons que la sélection d'éléments anatomiques identiques garantit ici la datation de deux individus distincts, le NMI étant fixé à trois individus ;

- Bov\_1 : tibia droit de boviné (fig. 2, n<sup>o</sup> 1), deuxième taxon le mieux représenté en nombre de vestiges (n = 21, soit près de 21,5 % des restes déterminés) et le plus important en NMI avec quatre individus décomptés ;

- Rup\_1 : tibia droit de chamois (*Rupicapra rupicapra* ; fig. 2, n<sup>o</sup> 4), taxon représenté par un nombre de restes (n = 14) constituant près de 14,5 % des restes déterminés et un NMI de deux individus.

Très cohérents entre eux, les résultats obtenus (tabl. 1, n<sup>os</sup> 1 à 4) sont caractérisés par des écarts-types relativement réduits et documentent un intervalle chronologique qui, situé entre 22 cal. ka BP et 21 cal. ka BP, est à la fois strictement distinct de l'intervalle initialement documenté à partir de la datation sur industrie (20-19 cal. ka BP),

mais aussi en parfait accord avec les âges attendus en référence à l'archéoséquence du Taillis des Coteaux (cf. *supra*). Ces mesures permettent de poser l'hypothèse d'un stock faunique constitué et exploité dans un laps de temps relativement court, renforçant l'impression d'homogénéité ressentie à travers l'étude de l'assemblage lithique (Langlais *et al.*, 2010). Seul l'âge obtenu à partir du reste de boviné ( $18042 \pm 85$  BP, soit 22241-21512 cal. BP ; tabl. 1, n<sup>o</sup> 4) a donné une datation légèrement plus ancienne, compatible avec les dernières expressions du Badegoulien, tradition technique documentée localement à l'abri des Harpons (Ducasse *et al.*, 2017). Néanmoins, l'absence d'indices indiscutablement badegouliens au sein des assemblages lithiques et osseux<sup>6</sup>, conjuguée au recouvrement – certes partiel – de cette mesure d'âge avec les trois autres datations obtenues, nous conduit à privilégier à ce stade l'hypothèse d'un seul et même ensemble faunique.

Si ces premiers résultats offrent l'image d'un cadre radiométrique plus conforme avec les caractéristiques typo-technologiques des industries de la couche B, une seconde phase de datation a été nécessaire afin de discuter de la discordance chronologique ainsi créée entre corpus faunique et équipement en bois de renne. À cette fin, une sélection de quatre éléments d'industrie osseuse a été soumise à datation, représentative des traits typo-technologiques les plus saillants de l'assemblage en os et bois de cervidé :

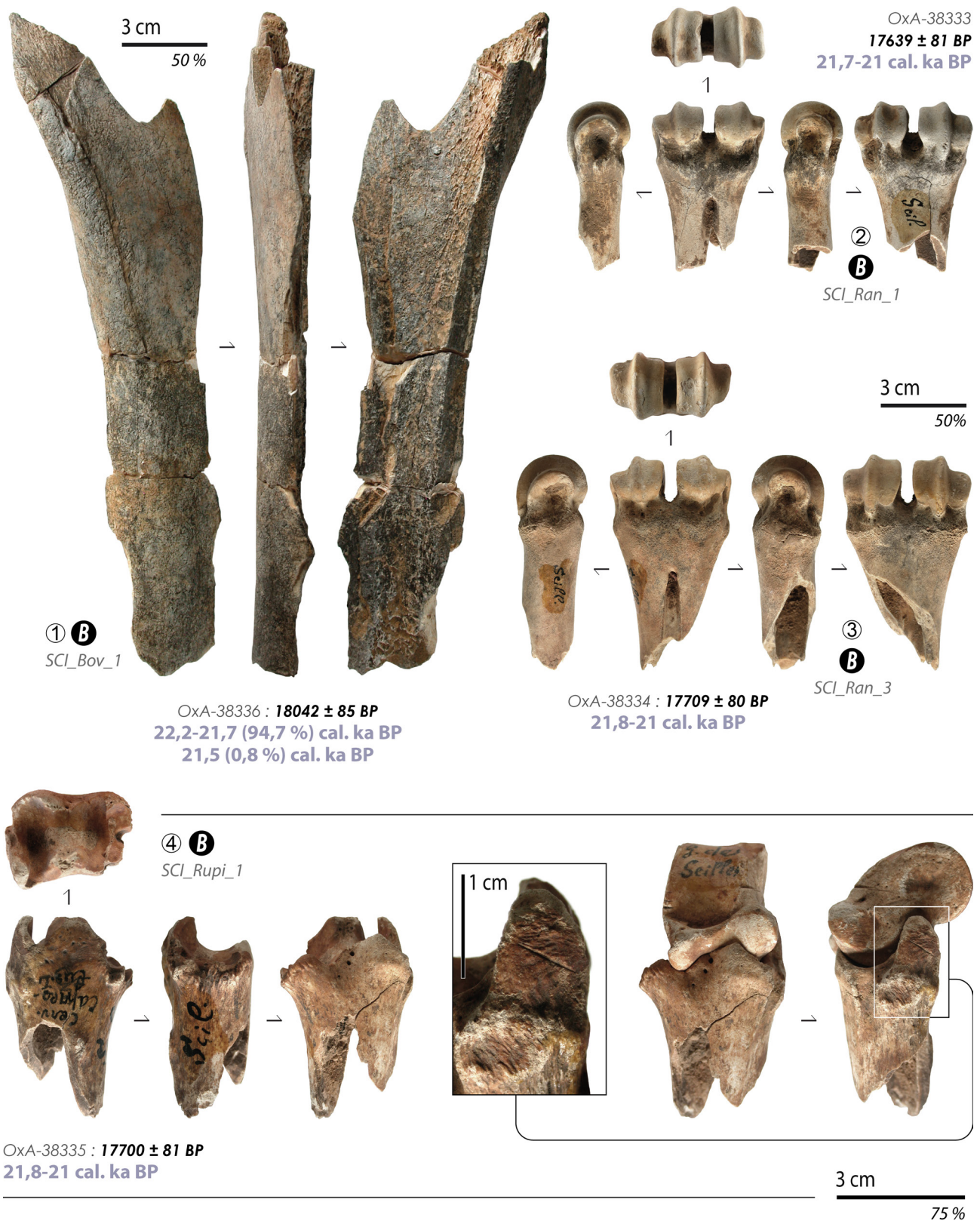
- ECH1\_scibdcman 19 : baguette en bois de renne de gros module extraite par double rainurage (fig. 3, n<sup>o</sup> 4) ;

- ECH2\_scibdcman 40 : élément appointé (fig. 3, n<sup>o</sup> 1) interprété comme un déchet de sectionnement de l'extrémité d'une baguette produite par double rainurage convergent (Pétillon *in* Langlais *et al.*, 2010) ; cette pièce correspond à l'objet daté en 2009, sa datation permettant ici de confirmer et/ou d'infirmer l'âge initialement obtenu via le laboratoire de Toronto ;

- ECH3\_scibdcman 65 : élément appointé (fig. 3, n<sup>o</sup> 2) de même nature que ECH2\_scibdcman 40 ; parallèlement à la mesure de contrôle réalisée sur ce dernier échantillon, l'obtention d'une date sur un second objet du même type devait permettre de discuter de l'homogénéité chronologique d'un trait technique original, spécifique de l'industrie de la couche B ;

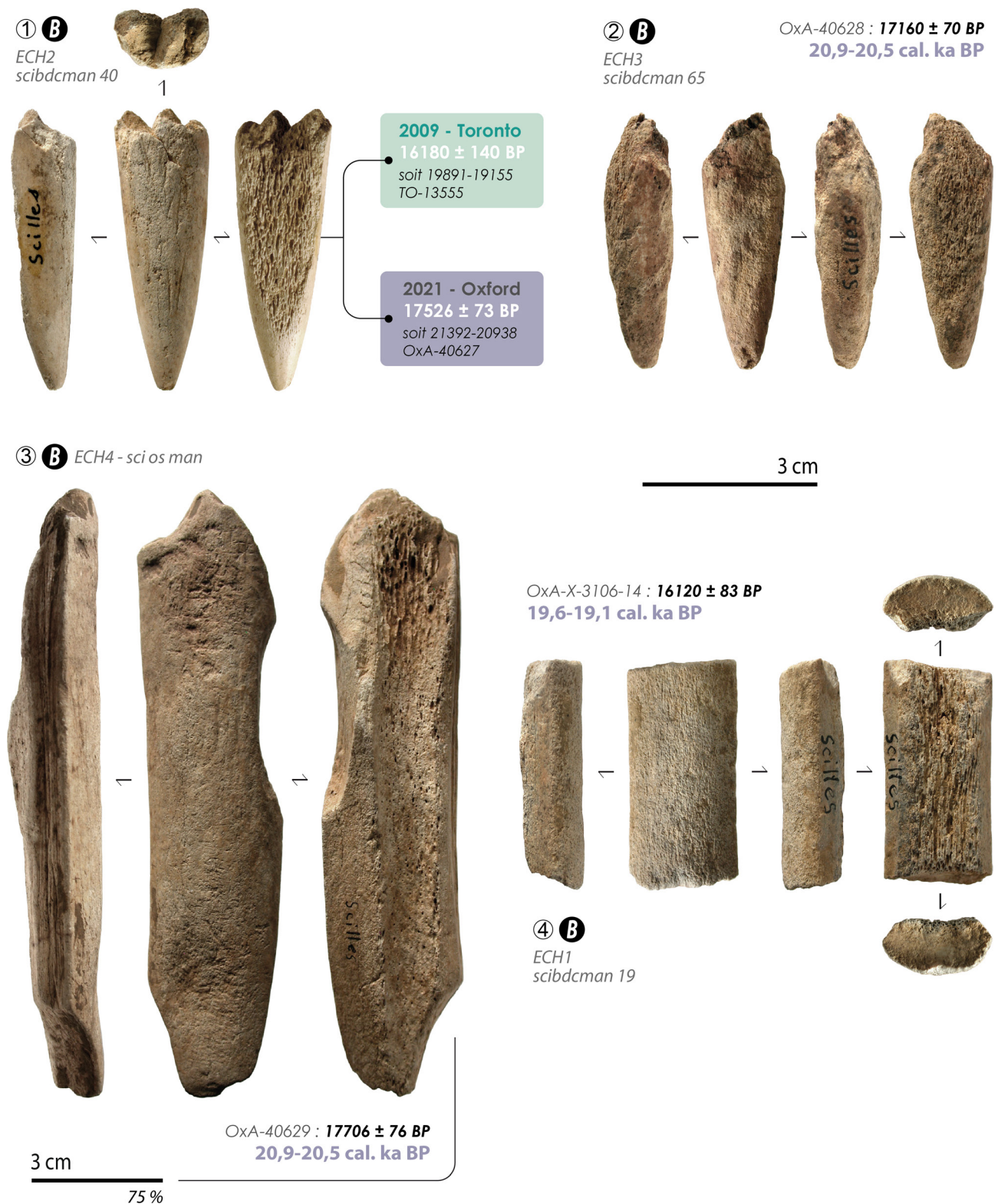
- ECH4\_sci os man : retouchoir double sur diaphyse d'ongulé de grande taille (fig. 3, n<sup>o</sup> 3), portant des traces d'un rainurage antérieur correspondant à l'extraction de volumes rectilignes compatibles avec la fabrication des pièces intermédiaires en os, par ailleurs documentées au sein de l'assemblage.

Tandis que cette sélection n'intègre aucun des éléments susceptibles d'appartenir à une composante plus récente du Magdalénien (c.-à-d. pointes à biseau simple proche du type Lussac-Angles), les âges obtenus (tabl. 1, n<sup>os</sup> 5, 6, 8 et 9) confirment dans les grandes lignes les repères chronologiques obtenus par la datation des vestiges fauniques.



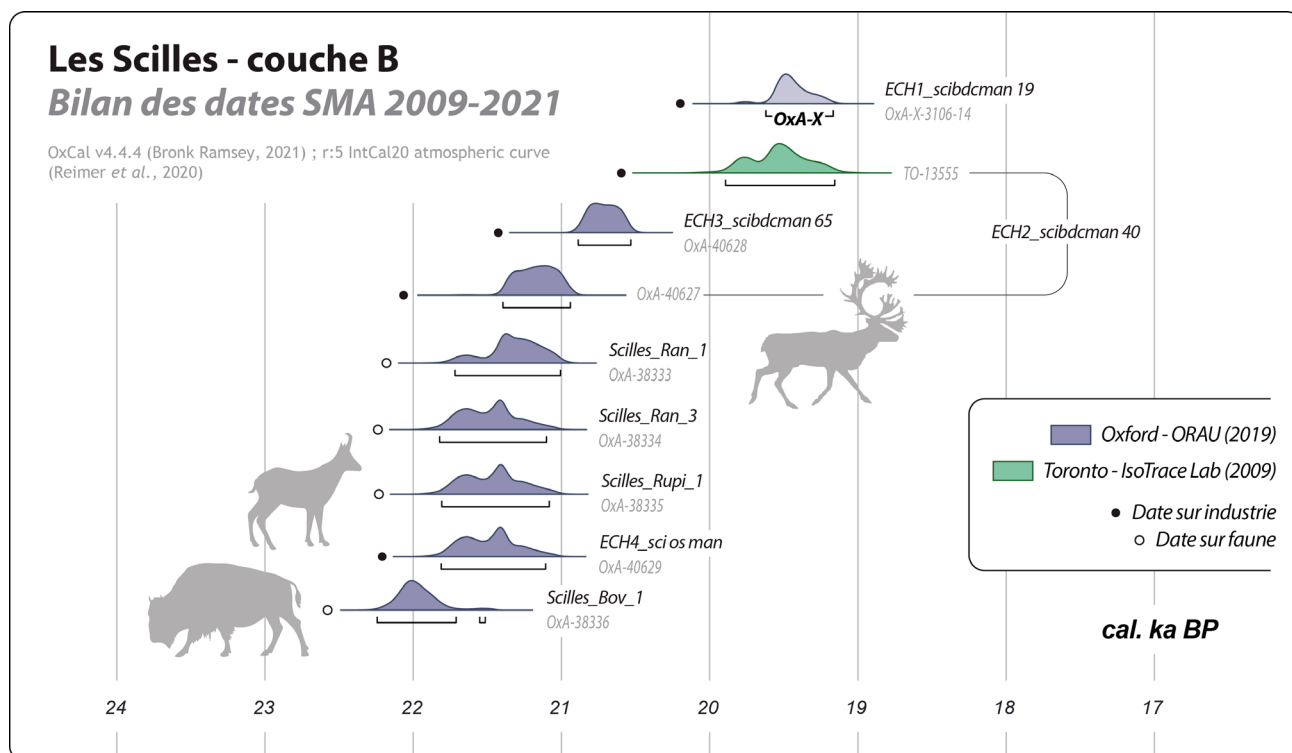
**Fig. 2** – Grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne), couche B, vestiges fauniques sélectionnés pour datation : tibia droit de boviné (n° 1), métatarses droits de renne (n° 2 et 3), tibia droit de chamois présentant des stries anthropiques (n° 4), notez l'attribution erronée au chevreuil (« *Cerv. Capreolus* L. ») reportée à l'encre par R. de Saint-Périer (clichés J.-M. Pétilion, infographie S. Ducasse).

**Fig. 2** – Les Scilles cave (Lespugue, Haute-Garonne), layer B, faunal material selected for dating: right tibia of Bos/Bison (no. 1); right metatarsals of reindeer (nos. 2 and 3); right tibia of chamois with cutmarks (no. 4); note the incorrect attribution to the roe deer ("Cerv. Capreolus" L.) marked in ink by R. de Saint-Périer (photos J.-M. Pétilion, infographics S. Ducasse).



**Fig. 3** – Grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne), couche B, pièces d'industrie osseuse sélectionnées pour datation : éléments appointés sur baguette (nos 1 et 2 ; notez que la pièce n° 1 avait déjà fait l'objet d'une datation directe en 2009 ; voir détails dans le texte) ; retouchoir double sur diaphyse d'ongulé de grande taille portant des vestiges de pans de rainures consécutifs à l'extraction de baguettes en os (n° 3) ; baguette en bois de renne de gros module extraite par double rainurage (n° 4) (clichés J.-M. Pétilion, infographie S. Ducasse).

**Fig. 3** – Les Scilles cave (Lespugue, Haute-Garonne), layer B, osseous artifacts selected for dating: pointed elements on baguette (nos. 1 and 2; note that no. 1 had already been dated directly in 2009: see text for more details); double retoucher on diaphysis of a large-sized ungulate having multiple parallel grooves for the extraction of baguettes made on bone (no. 3); baguette made on a large-sized piece of reindeer antler and extracted by groove and splinter technique (no. 4) (photos J.-M. Pétilion, infographics S. Ducasse).



**Fig. 4** – Grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne), couche B : synthèse de l'ensemble des datations SMA obtenues entre 2009 et 2021 (infographie S. Ducasse).

**Fig. 4** – Les Scilles cave (Lespugue, Haute-Garonne), layer B: Pictorial representation of all the AMS  $^{14}\text{C}$  dates done between 2009 and 2021 (infographics S. Ducasse).

En effet, si l'âge de ECH1\_scibdcman 19 (double rainurage :  $16120 \pm 83$  BP, soit 19620-19166 cal. BP) semble *a priori* corroborer la datation réalisée en 2009 à partir de ECH2\_scibdcman 40, aujourd'hui jugée trop jeune, deux arguments nous conduisent à rejeter ce premier résultat. D'une part, le laboratoire d'Oxford considère cette date comme douteuse (cf. code OxA-X) en raison d'un rendement en collagène trop faible au regard de leurs standards (0,6 % contre 3,7 % à 7 % pour les trois autres échantillons datés : tabl. 1). D'autre part, la datation obtenue en 2009 par le laboratoire de Toronto a pu être invalidée par la seconde mesure effectuée à partir du même objet, cette dernière livrant un âge pleinement cohérent avec les dates obtenues sur os de renne et de chamois ( $17526 \pm 73$  BP, soit 21392-20938 cal. BP : fig. 3, n° 1). Bien que sensiblement plus récent, l'âge donné par la seconde pièce appointée sur baguette (ECH3\_scibdcman 65 :  $17160 \pm 70$  BP, soit 20885-20530 cal. BP) renforce l'unité chronoculturelle de l'ensemble et inscrit les occupations du Magdalénien à LDDM des Scilles dans une diachronie plus en conformité avec les données de comparaison disponibles (cf. *infra*). Enfin, la date obtenue pour le retouchoir ECH4 ( $17706 \pm 76$  BP, soit 21809-21105 cal. BP), en même temps qu'elle confirme l'association faunique entre ongulés de petite, moyenne et grande taille (tabl. 1, n°s 1 à 3 et n° 9), permet de documenter sans équivoque l'usage conjoint du double rainurage sur os et bois de cervidé (ce dernier étant daté indirectement à travers les dates réalisées sur éléments appointés : cf. *supra*).

En définitive, une fois les deux mesures aberrantes ou douteuses écartées (ECH1\_scibdcman 19 et ECH2\_scibdcman 40\_2009), les sept dates SMA obtenues pour la couche B des Scilles dessinent un ensemble chronologique cohérent, globalement situé entre 22 cal. ka BP et 20,5 cal. ka BP, et marqué par une concentration notable des âges entre 21,8 cal. ka BP et 21 cal. ka BP (fig. 4).

#### *L'abri Houleau* (Sainte-Florence, Gironde)

Depuis les principaux travaux de terrain conduits par M. Sireix et É. Tessier entre 1957 et 1964 (cf. *supra*), puis par M. Lenoir entre 1994 et 1995 (étude et rapports inédits), l'abri Houleau n'avait bénéficié d'aucune réévaluation d'ensemble du matériel récolté ni de l'archéoséquence décrite par les fouilleurs. De fait, en dehors du travail préliminaire et de l'inventaire effectués par M. Lenoir au début des années 1980 (Lenoir, 1983, p. 299-301 et p. 540-541, tabl. 39), peu de choses étaient connues et publiées sur cette séquence de référence pour le DMG régional. De surcroît, en dépit du fait que l'abri Houleau constituait – et constitue encore – l'unique gisement stratifié de l'Entre-deux-Mers ayant livré des assemblages fauniques associés à des industries du Badegoulien (couche B) et du Magdalénien à LDDM (couches C et D), aucun programme de datation  $^{14}\text{C}$  n'avait jusqu'ici été entrepris. Les détails de la campagne de datation

mis en œuvre à l'occasion du projet DEX\_TER faisant l'objet d'une section dédiée au sein de l'article monographique publié dans le présent ouvrage (Ducasse *et al.*, ce volume b), nous n'en reprendrons ici que les éléments nécessaires à notre réflexion.

Si, parallèlement à la caractérisation des industries à LDDM, l'objectif initial était d'établir un cadre chronologique pour l'ensemble de l'archéoséquence reconnue, les contraintes inhérentes à la zone sélectionnée pour l'étude (carrés E37 et D39, correspondant aux unités les plus riches du secteur principal ; Ducasse *et al.*, ce volume b) nous ont conduits à recentrer notre approche sur les ensembles magdaléniens. Le caractère résiduel des indices badegouliens dans cette zone, intégrant de très rares vestiges fauniques qui soit n'ont pas pu être identifiés au sein des collections, soit ont été considérés comme impropres à la datation (fragments de taille trop réduite, mauvais état de conservation, etc.), explique ce choix. Contrairement à la grotte des Scilles, la sélection des échantillons a ici bénéficié des méthodes de terrain appliquées par M. Sireix qui, sous l'impulsion de F. Bordes, a mis en œuvre un protocole d'enregistrement 3D des vestiges dès la fin des années 1950. Bien qu'*a priori* peu systématisé en termes dimensionnels sans pour autant avoir été compensé par un tamisage fin des sédiments, ce report en coordonnées cartésiennes de la localisation des vestiges a permis d'affiner nos critères de sélection des échantillons à dater. Ainsi, comme cela est désormais systématiquement pratiqué à l'échelle du Sud-Ouest français dans le cadre de l'étude de contextes archéostratigraphiques globalement maîtrisés, nous avons fait le choix de cibler la datation de vestiges fauniques et de déchets techniques coordonnés. La sélection d'objets finis en matières dures animales, généralement favorisée dans des contextes problématiques et/ou afin de répondre à des questions spécifiques (par ex. Pétillon et Ducasse, 2012 ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016 ; Chauvière *et al.*, 2017 ; Ducasse *et al.*, 2019a)<sup>7</sup>, a été proscrite pour des raisons patrimoniales. Concrètement, la sélection des échantillons a été menée en tenant compte (1) de leur localisation, étant entendu que, pour chacun des carrés, l'objectif était d'obtenir des repères radiométriques à la base, au cœur et au sommet de l'ensemble à LDDM, (2) de leur état de conservation et de leurs dimensions (l'objectif étant de permettre un prélèvement le moins vulnérant possible) et, parmi les candidats restants, (3) de leur attribution spécifique dans la mesure où l'un des objectifs secondaires était de discuter des associations fauniques décrites par les fouilleurs (Ducasse *et al.*, ce volume b).

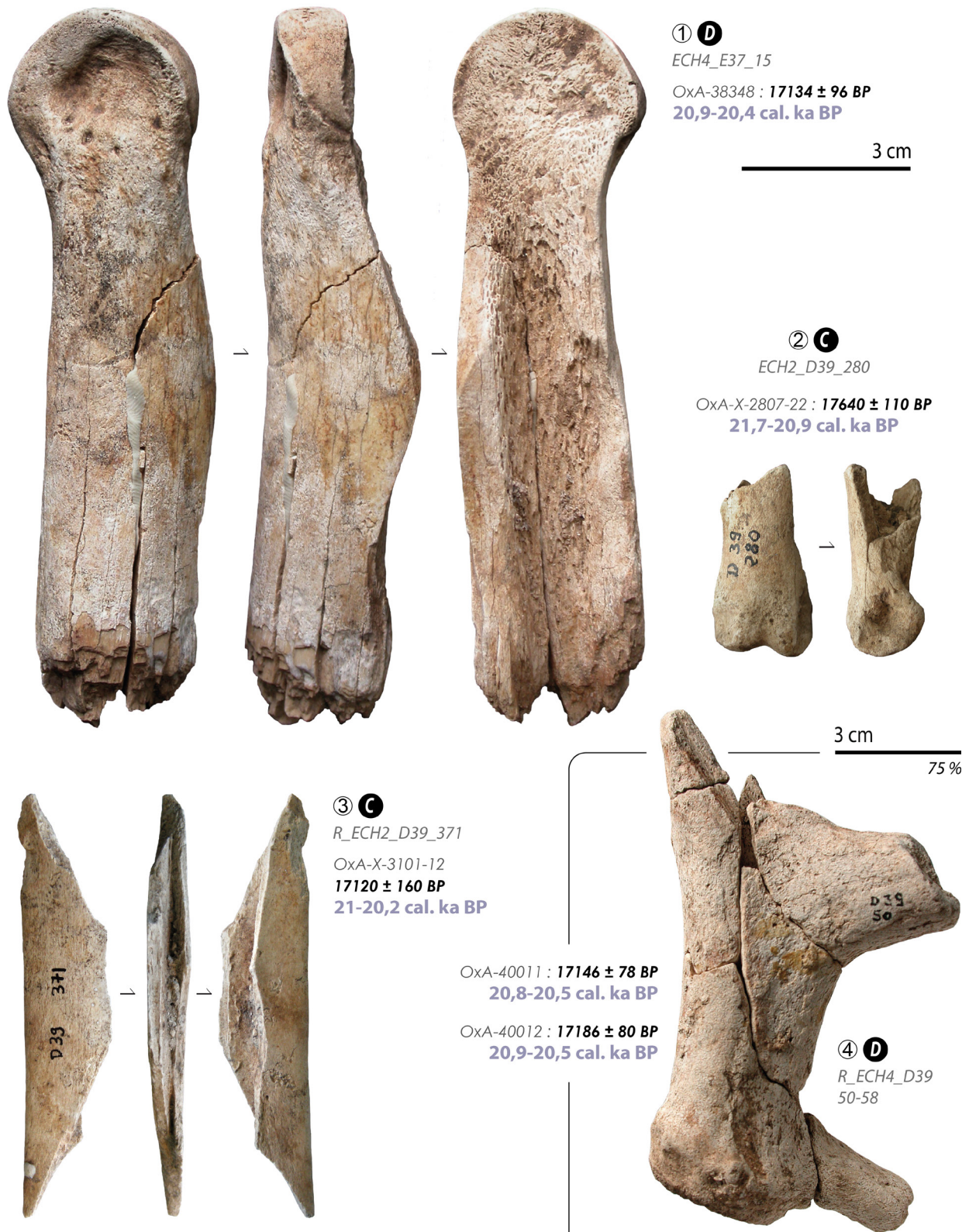
Au total, neuf vestiges fauniques et un objet travaillé en bois de renne ont été soumis à datation (tabl. 1, n°s 12 à 21 ; six en E37 et quatre en D39). Seules quatre pièces ont permis l'obtention d'un âge <sup>14</sup>C, les six autres, essentiellement issues du carré E37 (n = 5), n'ayant pu être datées faute de collagène préservé en quantité suffisante (n°s 12, 14, 18 et 20) ou en raison d'un rapport massique carbone sur azote trop élevé (n°s 16 et 17). Ces échecs, affectant en plus forte proportion les vestiges dentaires (100 % d'échec), ont nettement réduit la diversité des

taxons datés, puisque les échantillons prélevés à partir des restes d'antilope saïga, d'hydrotin et de *Bos/Bison* ont dû être écartés par le laboratoire. En conséquence, seuls des restes de renne (D39) et de cheval (E37) ont permis l'obtention de mesures d'âge (fig. 5 ; tabl. 1, n°s 13, 15, 19 et 21). Bien qu'à première vue les trois datations obtenues de la base au sommet du carré D39 montrent une diachronie peu ou prou comparable au cadre radiométrique obtenu pour la couche B des Scilles (cf. *supra* ; 21,7-20,2 cal. ka BP), elles respectent cependant peu l'ordre stratigraphique. Les échantillons ECH2\_D39\_280 (17640 ± 110 BP, soit 21774-20969 cal. BP) et R\_ECH2\_D39\_371 (17120 ± 160 BP, soit 21032-20288 cal. BP), localisés à la base de l'ensemble, se situent en effet à des altitudes similaires, sans pour autant que cette proximité puisse s'expliquer par le pendage des niveaux décrits dans cette zone. Cette incohérence est sans doute à mettre en rapport non seulement avec le faible degré de fiabilité des résultats obtenus, clairement souligné par le laboratoire (codes «OxA-X» et écarts-types relativement importants : tabl. 1, n°s 13 et 19), mais aussi avec leur localisation à l'interface entre les ensembles à LDDM et la composante badegoulienne (couche B) – composante qui, bien que difficile à matérialiser sur les plans stratigraphiques et typo-technologiques dans ce secteur, est signalée par la présence de deux raclettes typiques associées aux lamelles à dos dextre marginal (Ducasse *et al.*, ce volume b)<sup>8</sup>. La troisième date, la plus fiable sur le plan physico-chimique (tabl. 1, n° 21), place le sommet de l'ensemble magdalénien entre 20,8 cal. ka BP et 20,5 cal. ka BP (R\_ECH4\_D39\_50-58 : 17166 ± 56 BP, soit 20875-20547 cal. BP). Notons que cet échantillon, prélevé sur une base de bois de renne présentant des indices d'extraction de baguettes par rainurage (fig. 5, n° 4 ; Chauvière *et al.*, ce volume), a fait l'objet de deux prélèvements, chacun d'entre eux ayant été soumis à un protocole de prétraitement chimique propre afin d'obtenir deux mesures <sup>14</sup>C distinctes (OxA-40011 et 40012 ; Higham, com. pers.). Comme préconisé par les concepteurs du logiciel OxCal<sup>9</sup>, les résultats ont été combinés en utilisant la fonction R\_Combine. L'intervalle chronologique défini par cette mesure est par ailleurs confirmé par l'unique date obtenue pour le sommet de l'ensemble à LDDM dans le carré E37 (ECH4\_E37\_15 : 17134 ± 96 BP, soit 20899-20482 cal. BP), permettant par là même de valider l'association faunique renne-cheval dans cette partie de la séquence.

*In fine*, malgré les difficultés importantes rencontrées dans l'établissement du cadre radiométrique de la séquence de l'abri Houleau, cadre qui reste aujourd'hui très partiel<sup>10</sup>, les résultats disponibles permettent d'en définir la borne supérieure, située entre 21 et 20,5 cal. ka BP (fig. 6).

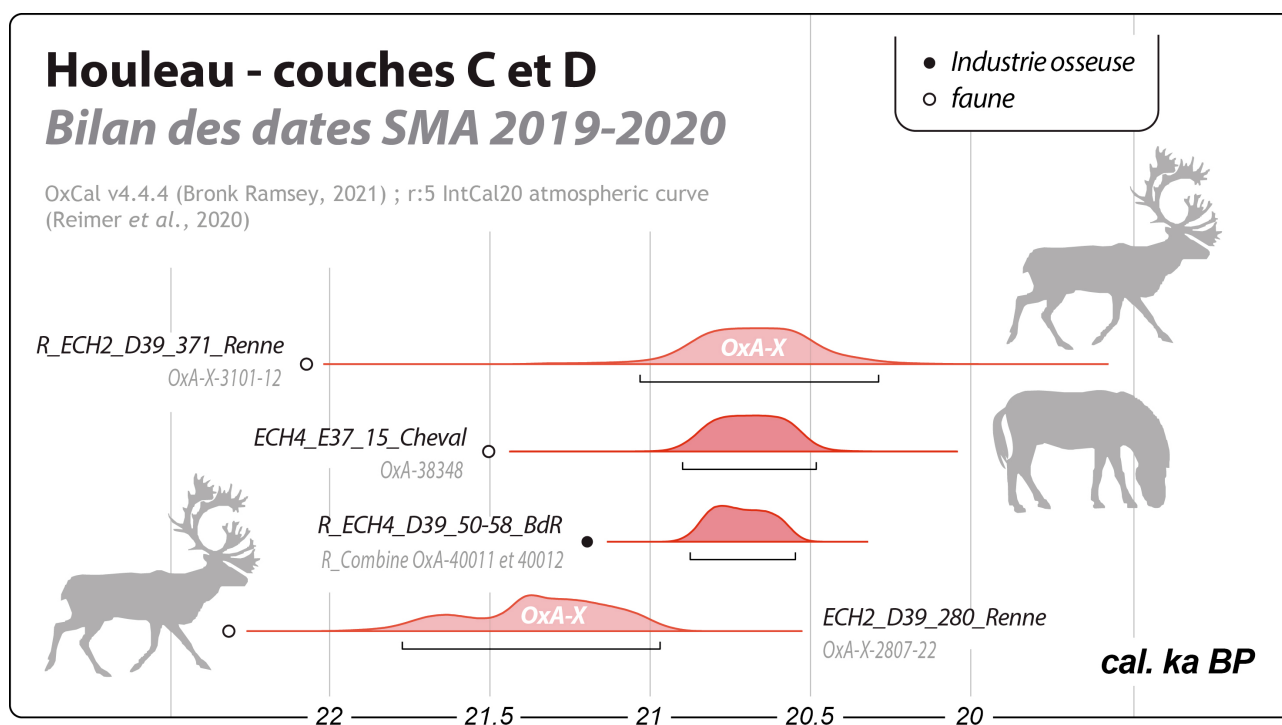
#### *La grotte de Lascaux (Montignac, Dordogne)*

Conduit dans le cadre du PCR LAsCO<sup>11</sup> (2018-2021), le nouveau programme de datation SMA des occupations paléolithiques de la grotte a récemment bénéficié d'un



**Fig. 5** – Abri Houleau (Sainte-Florence, Gironde), couches C et D, pièces datées : métacarpien droit de cheval (n° 1) ; première phalange distale de renne (n° 2) ; scapula de renne (n° 3) ; base de bois de renne présentant des indices d'extraction par rainurage (n° 4) (clichés J.-M. Pétillon, infographie S. Ducasse).

**Fig. 5** – Houleau rockshelter (Sainte-Florence, Gironde), layers C and D, dated artifacts: Right metacarpal of horse (no. 1); distal first phalanx of reindeer (no. 2); scapula of reindeer (no. 3); antler base of reindeer showing indications of extraction by groove and splinter technique (no. 4) (photos J.-M. Pétillon, infographics S. Ducasse).



**Fig. 6** – Abri Houleau (Sainte-Florence, Gironde), couches C et D : synthèse de l'ensemble des datations SMA obtenues entre 2019 et 2020 (infographie S. Ducasse).

**Fig. 6** – Houleau rockshelter (Sainte-Florence, Gironde), layers C and D: Pictorial representation of AMS  $^{14}\text{C}$  dates done between 2019 and 2020 (infographics S. Ducasse).

premier travail de synthèse auquel nous renvoyons le lecteur (Ducasse et Langlais, 2019). Si la deuxième phase de ce programme, centrée sur la datation directe d'une sélection de pointes en bois de cervidé, ne sera pas abordée ici (travail en cours en collaboration avec L. Van Der Sluis, K. McGrath et A. Zazzo), les résultats d'ores et déjà obtenus par le laboratoire d'Oxford à partir de quatre vestiges fauniques attribués au renne (tabl. 1, n<sup>os</sup> 22-23 et 25-26) et prélevés dans les principaux secteurs de la grotte ont permis de confirmer (1) l'unité temporelle des différents assemblages découverts dans le Diverticule axial, dans la Nef et dans le Puits, et (2) l'inscription de ces ensembles archéologiques dans un intervalle chronologique cohérent avec les caractéristiques typo-technologiques des équipements lithiques et osseux attribués au Magdalénien à LDDM (21,8-20,9 cal. ka BP). En forte discordance avec les mesures d'âge obtenues par le laboratoire de Gif-sur-Yvette entre la fin des années 1990 (Aujoulat *et al.*, 1998) et le début des années 2000 (Genty *et al.*, 2011) à partir d'objets manufacturés en bois de cervidé (pour une discussion détaillée cf. Ducasse et Langlais, 2019), ces nouvelles données, corrélées aux nombreux indices de liens entre sols et parois (Allain, 1979 ; Leroi-Gourhan, 1979 ; Jacquier *et al.*, ce volume), viennent rétablir une certaine cohérence archéologique et contribuent à écarter l'hypothèse d'une attribution des occupations de la grotte au Solutrén récent ou au début du Badegoulien, comme cela est parfois proposé depuis près d'une vingtaine d'années (par ex. Aujoulat, 2004 ; Geneste, 2010 ; Otte, 2018). Tandis que l'intervalle chronologique documenté à

Lascaux à partir des nouvelles dates SMA s'inscrit dans une fourchette de temps directement antérieure à celle actuellement définie pour l'abri Houleau, il recouvre en revanche presque exactement celle mise en évidence pour les assemblages à LDDM de la couche B des Scilles.

#### *La grotte de Combe-Cullier (Lacave, Lot)*

La « redécouverte » récente de cette séquence magdalénienne de référence, notamment fouillée au cours des années 1970 par J.-F. Flies, est à l'origine de la mise en place d'un projet de révision interdisciplinaire (Langlais *et al.*, 2025). Dans ce cadre, la mise en évidence de marqueurs lithiques et osseux du Magdalénien à LDDM au sein de l'ensemble inférieur de la séquence documentée dans le talus (UA5b : Langlais *et al.*, ce volume a et ce volume b ; Chauvière *et al.*, ce volume) constitue un fait marquant régionalement, puisque ces traditions techniques étaient jusque-là uniquement connues dans des contextes problématiques (par ex. Ducasse, 2010 ; Ducasse *et al.*, 2011 ; Langlais et Ducasse, 2013 ; Ducasse *et al.*, 2019a ; Langlais *et al.*, ce volume a). Conjointement à l'étude et à la datation des assemblages du Magdalénien moyen (Sécher, 2017) et supérieur (UA1 : Grubert, 2021), un fragment osseux de renne issu de la couche 16 et sélectionné pour sa proximité spatiale avec plusieurs LDDM a été confié au CDRC de Lyon dans le cadre du programme ARTEMIS (Langlais *et al.*, 2018). S'il serait nécessaire

de multiplier les essais, le résultat obtenu (tabl. 1, n° 27 ;  $17290 \pm 100$  BP, soit 21127-20546 cal. BP) s'inscrit dans une parfaite logique chronologique et stratigraphique au vu de la composante à microlamelles à dos (MLD) sus-jacente, datée autour de 20 cal. ka BP (UA5a, couche 15 :  $16640 \pm 90$  BP, soit 20375-19872 cal. BP). Il renvoie par ailleurs aux intervalles définis pour la grotte des Scilles (cf. notamment tabl. 1, n° 8) et, plus clairement encore, pour l'abri Houleau (tabl. 1, n°s 15 et 21).

### L'apport des fouilles récentes

Parallèlement au travail de réévaluation des collections anciennes, mené dans le cadre du projet DEX\_TER, certaines opérations de terrain en cours venues apporter des données chronologiques si ce n'est décisives en tout cas incontournables pour les questions posées ici, compte tenu notamment de leur association à des contextes archéostratigraphiques contrôlés et/ou contrôlables. L'intégration de ces données, issues des deux gisements majeurs que sont la grotte du Taillis des Coteaux (Antigny, Vienne ; fouille J. Primault) et la Grotte Bouyssonie (Brive, Corrèze ; fouille D. Pesesse, puis V. Delvigne, É. Lesvignes et M. Langlais), permet de consolider le corpus initialement mobilisé et d'en élargir la portée à la quasi-intégralité de l'espace géographique au sein duquel les traditions techniques du Magdalénien à LDDM sont aujourd'hui reconnues (fig. 1). Sans revenir en détail sur les contextes propres à chacun de ces gisements, largement publiés par ailleurs (Langlais *et al.*, 2019 ; Primault *et al.*, 2020) et synthétisés dans le présent volume (Langlais *et al.*, ce volume b), les paragraphes suivants présentent les données seulement utiles à la compréhension, à la comparaison et à la critique des données chronologiques disponibles pour ces deux séquences (tabl. 2 ; voir l'annexe 2 pour le détail des données physico-chimiques).

### La grotte du Taillis des Coteaux (Antigny, Vienne)

Ce gisement de référence, fouillé sous la direction de l'un d'entre nous (J. Primault) depuis 2000, peut être divisé en deux ensembles distincts sur la base du degré de conservation des niveaux d'occupation ainsi que de leur développement (Primault *et al.*, 2020). Ainsi, tandis que l'archéoséquence documentée dans la grotte (secteur EG ; « Entrée Grotte ») présente des niveaux d'occupation attribuables au Magdalénien moyen ancien (EG-II), l'ensemble sous-jacent, affecté par d'importants phénomènes de cryoturbation, montre une conservation et une dilatation remarquables dans le versant (secteur AG ; « Avant-Grotte »). C'est dans ce secteur, qui permet notamment de documenter avec finesse les changements et les évolutions typologiques et techno-économiques entre Badegoulien (AG-V et AG-IIIi) et Magdalénien inférieur (AG-IIIa à AG-IIIg), qu'ont été mises au jour plusieurs nappes de vestiges lithiques et osseux attribuables au Magdalénien à LDDM (AG-IIIc et AG-IIIe : Primault *et al.*, 2020). Initialement contrainte par les mesures  $^{14}\text{C}$  déjà disponibles pour les niveaux sus-jacents et sous-jacents (cf. *supra*), la chronologie de ces industries a été testée et discutée à travers la réalisation de cinq datations SMA sur os et dent de cheval ou d'ongulé de grande taille, découverts entre 2010 et 2015 (tabl. 2, n°s 1 à 5 ; Primault *et al.*, 2020). Confié au laboratoire Beta Analytic, l'ensemble des échantillons sélectionnés a permis l'obtention d'âges considérés comme fiables sur le plan physico-chimique, bien que problématiques sur le plan archéostratigraphique. Ainsi, une fois les mesures calibrées, et malgré des écarts-types très réduits, l'intervalle maximal définit une fourchette chronologique relativement récente (21-19,8 cal. ka BP). cet intervalle est par ailleurs marqué par plusieurs inversions stratigraphiques et d'importants

|   | Site                   | Référence           | Espèce                  | Nature     | Code laboratoire | Résultat brut [BP] | Âge calibré à 95,4 % [cal BP] (IntCal20) | Références                    |
|---|------------------------|---------------------|-------------------------|------------|------------------|--------------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Le Taillis des Coteaux | TdC10_AGIIIc_H9_87  | Cheval                  | Dent       | Beta-505351      | $16950 \pm 50$     | 20601-20323                              | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| 2 | Le Taillis des Coteaux | TdC10_AGIIIc_G9_158 | Cheval                  | Os         | Beta-505352      | $17140 \pm 60$     | 20860-20526                              | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| 3 | Le Taillis des Coteaux | TdC15_AGIIIe_I9_955 | Cheval                  | Os         | Beta-425496      | $16550 \pm 50$     | 20185-19848                              | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| 4 | Le Taillis des Coteaux | TdC13_AGIIIe_I9_462 | Cheval                  | Os         | Beta-505354      | $16990 \pm 60$     | 20753-20373                              | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| 5 | Le Taillis des Coteaux | TdC13-AGIIIe_I9_570 | Ongulé de grande taille | Os chauffé | Beta-505353      | $17290 \pm 60$     | 21001-20637                              | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| 6 | Bouyssonie             | UA4_indifférencié   | Salix sp                | Charbon    | Poz-88671        | $17360 \pm 100$    | 21342-20670                              | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| 7 | Bouyssonie             | UA4_ensemble médian | Indét.                  | Charbon    | Poz-92140        | $17390 \pm 100$    | 21370-20764                              | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| 8 | Bouyssonie             | UA4_ensemble médian | Indét.                  | Charbon    | Poz-92139        | $17440 \pm 100$    | 21382-20841                              | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| 9 | Bouyssonie             | UA4_ensemble médian | Salix sp                | Charbon    | Poz-88655        | $16630 \pm 90$     | 20370-19861                              | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |

**Tabl. 2** – Synthèse des datations SMA obtenues pour les assemblages à LDDM du Taillis des Coteaux et de la Grotte Bouyssonie. Le détail des données physico-chimiques fournies par les laboratoires est compilé en annexe 2. Les calibrations ont été réalisées avec le logiciel OxCal (v4.4.4 : Bronk Ramsey, 2021) à partir de la courbe de calibration IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020). Codes laboratoires = Poz : Poznan Radiocarbon Laboratory, Beta : Beta Analytic.

**Table 2** – Summary of AMS  $^{14}\text{C}$  dates obtained for LDDM-yielding Lower Magdalenian assemblages from the Taillis des Coteaux and Grotte Bouyssonie. Details of the physicochemical data provided by the laboratories are compiled in annex 2. Calibrations were done with OxCal (v4.4.4: Bronk Ramsey, 2021) which is based on the IntCal20 calibration curve (Reimer *et al.*, 2020).

recouvrements avec les âges obtenus pour le Magdalénien à MLD (Primault *et al.*, 2020 ; cf. *infra*). En l'absence d'indices de mélanges entre les différentes nappes de vestiges constituant l'archéoséquence du secteur AG, ces incohérences doivent sans doute être attribuées à l'impact de divers phénomènes taphonomiques (par ex. lessivage) et/ou géochimiques (par ex. migration de matières organiques) encore mal définis (Primault et Brou, 2020). Il reste que deux des résultats obtenus ( $17140 \pm 60$  BP en AG-IIIc et  $17290 \pm 60$  BP en AG-IIIe, soit un intervalle cumulé de 21-20,5 cal. ka BP ; tabl. 2, n<sup>os</sup> 2 et 5) montrent une corrélation forte avec une part significative des mesures obtenues pour l'abri Houleau (couches C et D), la grotte de Combe-Cullier (UA5b) et, nous allons le constater, la Grotte Bouyssonie (UA4).

#### *La Grotte Bouyssonie (Brive-la-Gaillarde, Corrèze)*

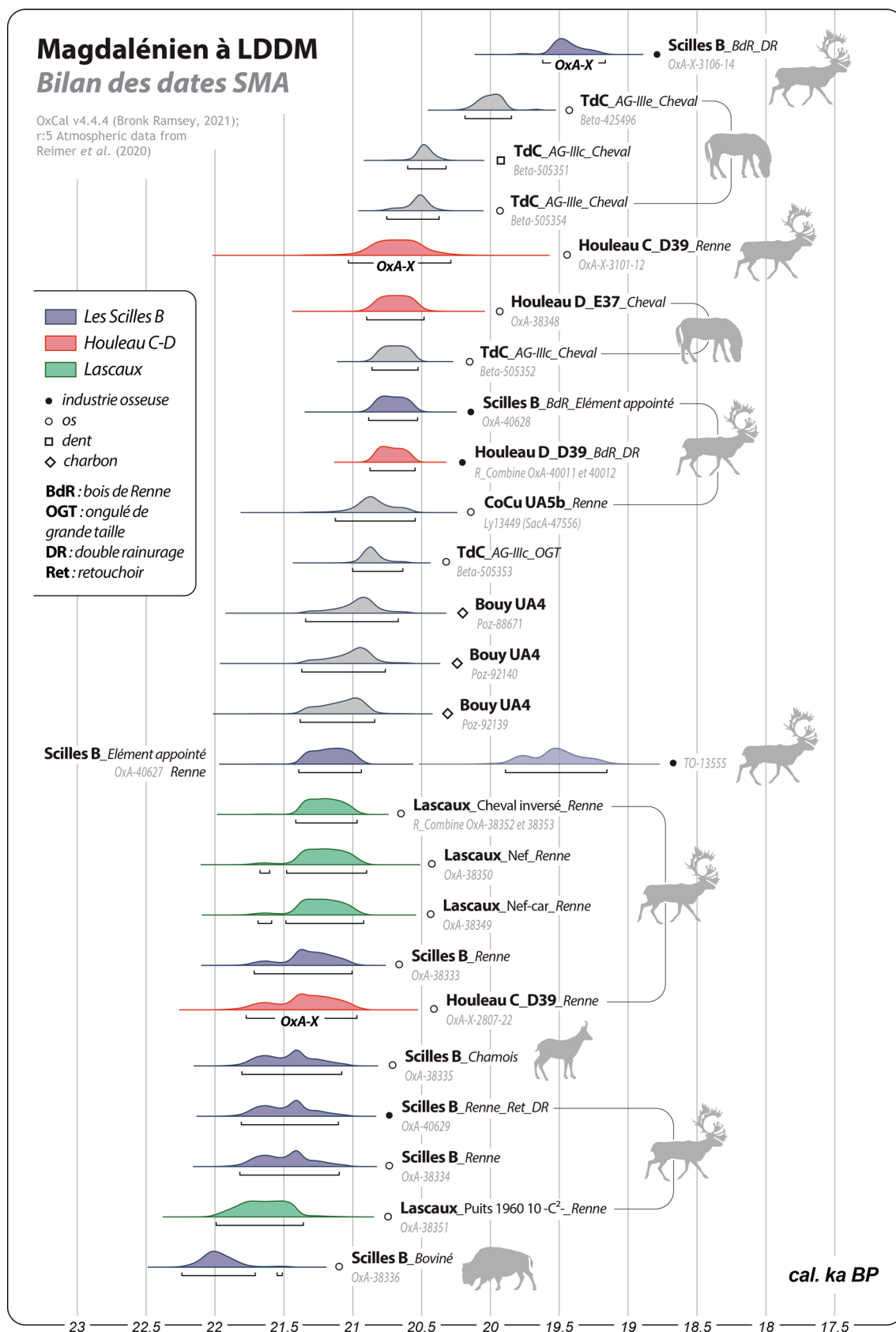
La mise en évidence d'industries à LDDM au sein de la séquence de la Grotte Bouyssonie (Langlais *et al.*, 2019 ; Langlais *et al.*, ce volume a et b), prédictible dès 2011 par la découverte – dans un secteur perturbé – d'un fragment de lampe en grès à manche emblématique de ces ensembles (Ducasse *et al.*, 2011 ; Pesesse, 2011), permet de renouveler notre connaissance de ces traditions techniques dans un secteur où les indices de leur présence émanaient jusqu'ici de contextes problématiques (par ex. abri Lachaud : Cheynier, 1965 ; Ducasse *et al.*, ce volume a). Malgré la destruction quasi complète des vestiges osseux du fait de l'acidité du sédiment constitué de sables grossiers issus de la décomposition des parois gréseuses, la datation des principaux niveaux paléolithiques reconnus au sein des ensembles supérieur (UA1 : mélange Magdalénien-Azilien-Mésolithique) et médian (UA2 : Magdalénien moyen ancien ; UA4 : Magdalénien inférieur) a été possible grâce à la présence notable de charbon de bois. Les quatre mesures SMA obtenues par le laboratoire de Poznan pour l'UA4 permettent d'y distinguer deux phases chronologiques distinctes : la première, représentée par une seule datation ( $16630 \pm 90$  BP, soit 20370-19861 cal. BP ; tabl. 2, n<sup>o</sup> 9), renvoie probablement aux indices de Magdalénien inférieur à MLD essentiellement documentés à l'interface entre l'UA4 et l'UA2 (cf. UA3) ; la seconde, réunissant les trois âges restants, correspond à un intervalle chronologique cohérent qui, situé entre 21,3 cal. ka BP et 20,6 cal. ka BP (tabl. 2, n<sup>os</sup> 6 à 8), se fait l'écho parfait des résultats présentés jusqu'ici.

### **CONSTRUIRE LE MODÈLE : CRITÈRES DE SÉLECTION, CORPUS DE COMPARAISON ET POSTULATS ARCHÉOLOGQUES**

**D**e l'apport des fouilles en cours à la révision des collections anciennes, ce travail de renouvellement des données radiométriques a permis de constituer un

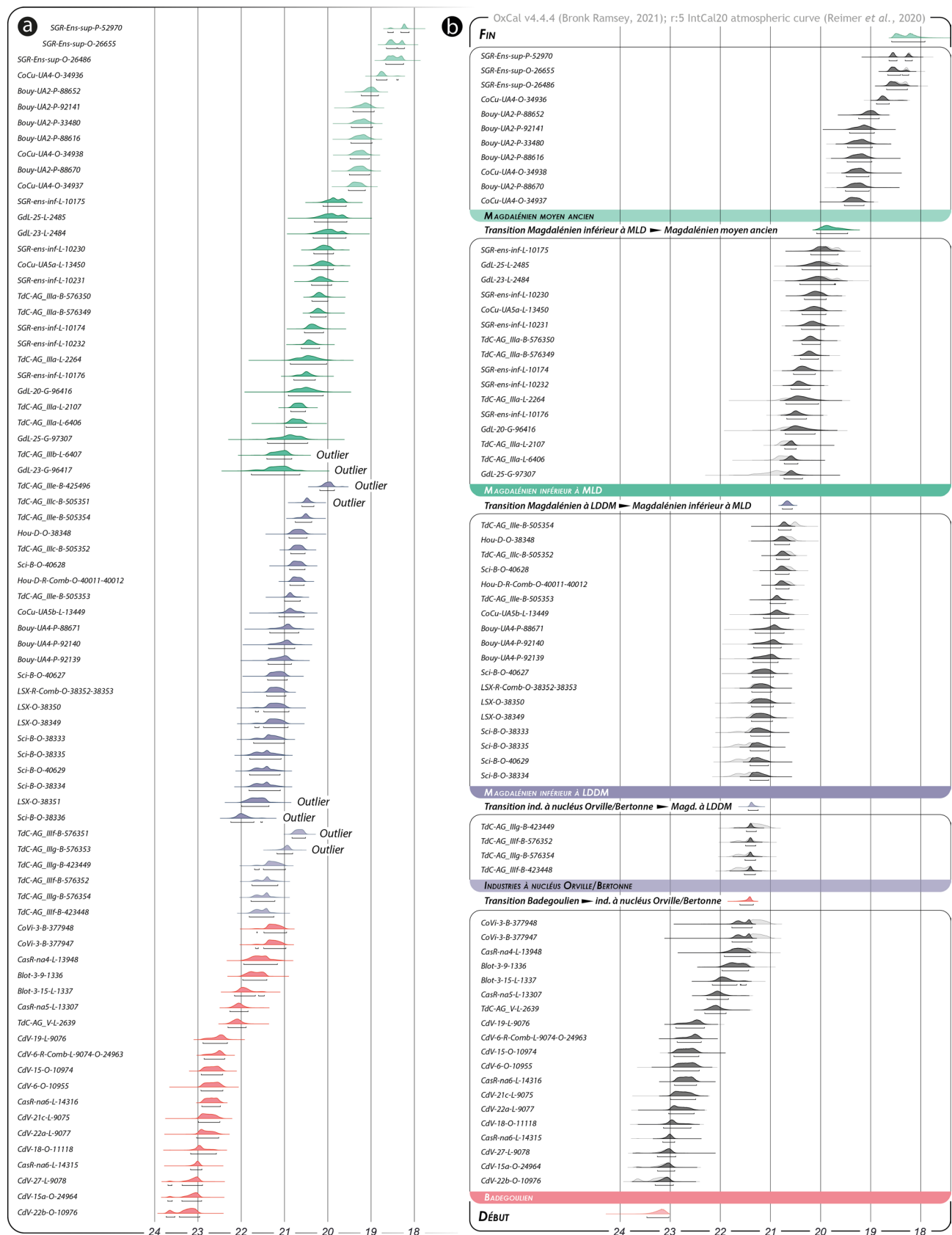
jeu de données inédit (tabl. 1 et tabl. 2 ; fig. 7) indispensable à l'affinement de notre perception du rythme des évolutions techno-économiques qui scandent la transition badegoulo-magdalénienne. Après avoir combiné les dates issues d'un seul et même objet (tabl. 1, n<sup>os</sup> 21 et 26) et exclus les âges dont la fiabilité est soit mise en doute par les laboratoires sur des critères physico-chimiques (tabl. 1, n<sup>os</sup> 5, 13 et 19), soit contredite par des mesures de contrôle (tabl. 1, n<sup>o</sup> 7 ; fig. 3, n<sup>o</sup> 1), le corpus total de datations disponibles pour le Magdalénien à LDDM s'élève à 22 dates SMA (six gisements ; sept niveaux archéologiques initialement définis). Si la comparabilité des datations réalisées sur os et sur bois de cervidé par les laboratoires d'Oxford et de Lyon/Saclay dans le cadre du projet DEX\_TER peut être postulée sur la base de tests antérieurs (par ex. Ducasse *et al.*, 2014 et 2019b), l'intégration des âges obtenus au Taillis des Coteaux et à la Grotte Bouyssonie concourt à augmenter non seulement la diversité des laboratoires impliqués (Beta Analytic et Poznan Radiocarbon Laboratory), mais aussi celle des types de vestiges datés (datations sur charbon : tabl. 2, n<sup>os</sup> 6 à 8). Bien que cette diversité, recoupant sans doute une certaine variabilité des protocoles de prétraitement appliqués par chaque laboratoire (Tisnérat-Laborde *et al.*, 2003 ; Brock *et al.*, 2010 ; Goslar, 2015 ; Oberlin et Valladas, 2015 ; Dumoulin *et al.*, 2017 ; Beta Analytic, 2022), soit possiblement la source de discordances artificielles, nous avons décidé, en l'absence d'indices concrets de tels biais méthodologiques, de suivre le postulat de leur comparabilité. Une fois calibrées à partir des données de la courbe IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020), ces 22 datations définissent un intervalle chronologique de deux mille quatre cents ans, entre 22,2 cal. ka BP et 19,8 cal. ka BP (fig. 7). Cet intervalle, qui ne remplit aucun gap temporel préexistant, vient au contraire se surimposer à un cadre radiométrique marqué par une certaine continuité entre Badegoulien récent et Magdalénien inférieur à MLD (par ex. Chauvière *et al.*, 2017 ; Banks *et al.*, 2019 ; Ducasse et Langlais, 2019). Situé à l'interface chronologique entre traditions techniques distinctes et successives sur le plan archéostratigraphique (fig. 8a ; Langlais *et al.*, ce volume b), l'intervalle documenté pour le Magdalénien à LDDM demandait donc à être précisé non seulement dans ses bornes, mais aussi dans sa durée. Pour ce premier essai, structuré autour de l'intégration de l'ensemble des 22 dates retenues dans un jeu de données élargi couvrant l'intervalle compris entre le début du Badegoulien et la fin du Magdalénien moyen ancien (23-18,5 cal. ka BP), deux postulats principaux ont été posés.

(1) *Les différentes traditions techniques reconnues dans cet intervalle chronologique se succèdent strictement, et ce sans hiatus chronologique.* Comme le documentent notamment les archéoséquences cumulées du Taillis des Coteaux (TdC) et de Combe-Cullier (CoCu), cette succession s'organise comme suit : Badegoulien (phases anciennes et récentes compilées) → Industries à nucléus et lamelles Orville-Bertonne → Magdalénien à LDDM → Magdalénien à MLD → Magdalénien moyen ancien



**Fig. 7** – Bilan des dates SMA disponibles pour le Magdalénien à LDDM (Bouy : Grotte Bouyssonie ; CoCu : Combe-Cullier ; TdC : Taillis des Coteaux) [infographie S. Ducasse].

**Fig. 7** – Pictorial summary of AMS <sup>14</sup>C dates available for the LDDM-yielding Lower Magdalenian (infographics S. Ducasse).



**Fig. 8 – Modélisation OxCal.** (a) Jeu de données brutes calibrées indiquant les mesures considérées comme outliers (probabilité  $\geq 10\%$ ) par le logiciel (en rouge : Badegoulien ; en violet clair : industries à nucléus Orville ; en violet : Magdalénien à LDDM ; en vert : Magdalénien à MLD ; en vert clair : Magdalénien moyen ancien) ; (b) jeu de données modélisé (modèle contigu à cinq phases après suppression des outliers de probabilité  $\geq 10\%$ ). La lettre et le chiffre terminant chaque identifiant correspondent respectivement à l'initiale du laboratoire dateur et au code assigné à chacune des dates (O : Oxford Radiocarbon Accelerator Unit, P : Poznan Radiocarbon Laboratory, E : Erlangen AMS Facility, L : Centre de datation par le radiocarbone de Lyon, B : Beta Analytic, G : Center for Isotope Research de Groningen, TO : IsoTrace Laboratory de Toronto ; infographie C. Barshay-Szmidt et S. Ducasse).

**Fig. 8 (previous page)** – OxCal model. (a) Output of calibrated, but unmodelled dates, showing those considered to be outliers ( $\geq 10\%$  probability) by the model (in red: Badegoulian; light purple: assemblages containing Orville/Bertonne cores; dark purple: LDDM-yielding Lower Magdalenian; dark green: MLD-yielding Lower Magdalenian; light green: Early Middle Magdalenian); (b) output of calibrated, modelled dates (Contiguous Phase Model of five phases, without outliers having probability  $\geq 10\%$ ). The letter and number ending each sample's identifier corresponds, respectively, to the initial of the laboratory having dated it and the lab code assigned to the date (infographics C. Barshay-Szmidt and S. Ducasse).

(cf. également Langlais *et al.*, ce volume b, fig. 8). Notons que la robustesse de cette hypothèse de succession – construite sur la seule base des données archéostratigraphiques – n'exclut pas certaines simplifications dépendantes de l'état de la recherche. À cet égard, il importe de préciser que le statut des industries à productions lamellaires de type Orville-Bertonne (Perlès, 1983 ; Lenoir, 1987 ; Ducasse et Langlais, 2008 ; Chehmana, 2011) reste aujourd'hui discuté : considéré d'après la séquence du Taillis des Coteaux comme postérieur au Badegoulien récent, le développement de ces modalités de débitage originales pourrait également accompagner les dernières industries à raclettes, comme le suggèrent certains exemples connus dans le sud du Bassin aquitain (par ex. gisement de plein air de Cabanne, Landes : Gellibert et Merlet, 2001 ; Ducasse et Langlais, 2008 ; Ducasse, 2010 ; Ducasse *et al.*, 2021).

(2) *Le rythme de cette succession est similaire sur l'ensemble de la zone géographique considérée.* Si l'existence de variations régionales du rythme auquel ont eu lieu les changements techniques et culturels observés ne peut théoriquement être écartée, le degré de résolution du registre archéologique – couplé aux limites imposées par les méthodes de datations – entrave la visibilité de tels phénomènes, certainement fugaces à cette échelle spatio-temporelle.

Ces postulats en tête, l'établissement du jeu de données de comparaison a été guidé par certaines règles dont le respect a conditionné la pertinence des modélisations (voir l'annexe 3 pour plus de détails sur les stratégies de sélection mises en place site par site). Ainsi, en dehors de l'exclusion systématique de l'ensemble des datations dites « classiques » (comptage par scintillation liquide) pour des raisons qui, détaillées par ailleurs (par ex. Ducasse *et al.*, 2014 ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016 ; Banks *et al.*, 2019 ; Ducasse *et al.*, 2020), tiennent essentiellement à la nature des échantillons datés (échantillons composés de lots d'esquilles osseuses, etc.) et à la qualité des protocoles de prétraitement généralement appliqués, nous avons écarté l'ensemble des datations de contrôle réalisées dans des perspectives taphonomiques à partir de certaines archéoséquences ou portions d'archéoséquences perturbées. De fait, malgré la présence de marqueurs lithiques et osseux (ces derniers ayant parfois fait l'objet de datations directes), les âges SMA issus des séquences du Petit Cloup Barrat (Ducasse *et al.*, 2011 ; Chauvière *et al.*, 2017), de la grotte de Pégourié (Ducasse *et al.*, 2019a), des abris Reverdit et Cap-Blanc (Bourdier *et al.*, 2014), du Rond-du-Barry (Lafarge, 2014 ; Raynal *et al.*, 2014) ainsi que du NA3 de l'abri Casserole (Ducasse *et al.*, 2020) n'ont pas été pris en compte (n total = 46 dates). Enfin, si les données

inédites disponibles pour la séquence badegoulienne de la grotte de Cassegros (Lot-et-Garonne, S.Ducasse et J.-M. Le Tensorer coord., monographie en cours) ont dû être écartées du jeu de données, notons que l'impact de cette absence est nettement compensé par l'intégration de séquences sub-contemporaines (c.-à-d. Le Cuzoul de Vers pour les phases les plus anciennes du Badegoulien).

Au total, après combinaison des mesures réalisées à partir d'un même objet (n = 3 cas, fonction R\_Combine du logiciel OxCal, cf. *supra*), ce sont 54 datations issues de neuf sites différents qui ont été retenues pour établir le corpus de comparaison. Augmenté des mesures disponibles pour le Magdalénien à LDDM, le jeu de données définitif comprend ainsi 76 âges SMA (tabl. 3) répartis en 19 dates pour le Badegoulien, six dates pour les industries à nucléus Orville-Bertonne, 22 dates pour le Magdalénien à LDDM, 18 dates pour le Magdalénien à MLD et 11 dates pour le Magdalénien moyen ancien. Si ce corpus montre un équilibre globalement satisfaisant, caractérisé par une quantité de dates disponibles et un nombre de sites concernés peu ou prou similaire d'une phase à l'autre, les industries à nucléus Orville et Bertonne font ici une nouvelle fois exception, puisque les six datations décomptées proviennent d'un seul et même gisement. Très essentiellement documentées en plein air à travers de nombreuses collectes de surface (Daleau, 1909 ; Lenoir, 1987) ou de très rares fouilles (Arambourou, 1970) et sondages (Perlès, 1977 ; Lenoir, inédit), ces industries restent extrêmement mal cernées sur le plan chronologique, faute de matériaux organiques conservés permettant leur datation (Ducasse et Langlais, 2008 ; Chehmana *et al.*, 2010 ; Ducasse, 2010 ; cf. *infra*).

## ESSAI DE MODÉLISATION COMPARÉE

### OxCal

*Le « Contiguous Phase Model » :  
un compromis entre objectifs de la modélisation  
et contraintes du jeu de données*

Classiquement, afin de définir les bornes chronologiques d'une industrie donnée avec le logiciel OxCal, la première étape consiste à modéliser chaque site indépendamment pour ensuite comparer les limites ainsi obtenues à l'échelle de la période considérée. Cela permet de prendre en compte l'ensemble des *a priori* spécifiques à chacun des sites et donc de n'en retenir que les plus pertinents. En revanche, l'application d'une telle démarche nécessite généralement un nombre important

| Site           | Département | Couche ou niveau | Référence de l'échantillon | Attribution | Matériau | Nature                                | Code laboratoire                              | Résultat brut [BP] | Âge calibré à 95,4 % [cal BP] (IntCal20) | Laboratoire    | Code modélisations          | Prétraitement** | Références                                 |
|----------------|-------------|------------------|----------------------------|-------------|----------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------------------------|
| Casserole      | Dordogne    | NA4              | O14b_1                     | BR          | BdC      | éclat de percussion                   | Lyon-13948 (SacA-48955)                       | 17760 ± 100        | 21942-21165                              | Lyon/Saclay    | CasR-na4-L-13948            | U               | Ducasse <i>et al.</i> , 2020               |
| Casserole      | Dordogne    | NA5              | N15d_34                    | BR          | BdC      | éclat de percussion                   | Lyon-13307 (GrA)                              | 18100 ± 80         | 22262-21842                              | Lyon/Groningen | CasR-na5-L-13307            | U               | Ducasse <i>et al.</i> , 2020               |
| Casserole      | Dordogne    | NA6              | Q12d                       | BA          | os       | indét. diaphyse                       | Lyon-14316 (GrM)                              | 18755 ± 50         | 22911-22480                              | Lyon/Groningen | CasR-na6-L-14316            | U               | Ducasse <i>et al.</i> , 2020               |
| Casserole      | Dordogne    | NA6              | R14b (Z=93,2)              | BA          | os       | renne, cavité cotyloïde               | Lyon-14315 (GrM)                              | 19110 ± 70         | 23171-22909                              | Lyon/Groningen | CasR-na6-L-14315            | U               | Ducasse <i>et al.</i> , 2020               |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.22b            | D2-D5                      | BA          | os       | ongulé de taille moyenne              | OxA-10976 (Lyon-1678)                         | 19280 ± 120        | 23733-22960                              | Oxford/Lyon    | CdV-22b-O-10976             |                 | Oberlin et Valladas, 2012                  |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.18             | E5                         | BR          | os       | ongulé de taille moyenne              | OxA-11118 (Lyon-1681)                         | 19020 ± 110        | 23169-22574                              | Oxford/Lyon    | CdV-18-O-11118              |                 | Oberlin et Valladas, 2012                  |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.15             | Carrés B2 ou B3            | BR          | os       | ongulé de taille moyenne              | OxA-10974 (Lyon-1676)                         | 18730 ± 100        | 22925-22430                              | Oxford/Lyon    | CdV-15-O-10974              |                 | Oberlin et Valladas, 2012                  |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.6              | «vrac»                     | BR          | os       | ongulé de taille moyenne              | OxA-10955 (Lyon-1674)                         | 18730 ± 110        | 22930-22425                              | Oxford et Lyon | CdV-6-O-10955               |                 | Oberlin et Valladas, 2012                  |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.6              | CZ84_K4 c.6c' 289          | BR          | BdC      | base avec négatifs d'éclats           | R_Combine Lyon-9074 (SacA-28341) et OxA-24963 | 18640 ± 71         | 22858-22382                              |                | CdV-6-R-Comb-L-9074-O-24963 |                 | Ducasse <i>et al.</i> , 2014               |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.15a            | CZ85_D5 c.15a_230          | BR          | BdC      | éclat de percussion                   | OxA-24964                                     | 19180 ± 110        | 23697-22916                              | Oxford         | CdV-15a-O-24964             | U               | Ducasse <i>et al.</i> , 2014               |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.19             | CZ83_D4 c.19_1772          | BR          | BdC      | éclat de percussion                   | Lyon-9076 (SacA-28343)                        | 18590 ± 110        | 22884-22320                              | Lyon/Saclay    | CdV-19-L-9076               |                 | Ducasse <i>et al.</i> , 2014               |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.21c            | CZ85_J4 c.21c_1555         | BR          | BdC      | éclat de percussion                   | Lyon-9075 (SacA-28342)                        | 18860 ± 110        | 22990-22495                              | Lyon/Saclay    | CdV-21c-L-9075              |                 | Ducasse <i>et al.</i> , 2014               |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.22a            | CZ86_I5 c.22a_636          | BA          | BdC      | baguette/bande corticale (percussion) | Lyon-9077 (SacA-28344)                        | 18920 ± 110        | 23030-22520                              | Lyon/Saclay    | CdV-22a-L-9077              |                 | Ducasse <i>et al.</i> , 2014               |
| Cuzoul de Vers | Lot         | c.27             | CZ86_D5 c.27_1192          | BA          | BdC      | éclat de percussion                   | Lyon-9078 (SacA-28345)                        | 19150 ± 110        | 23691-22895                              | Lyon/Saclay    | CdV-27-L-9078               |                 | Ducasse <i>et al.</i> , 2014               |
| Contrée-Vallat | Allier      | c.3              |                            | BR          | os       | cheval                                | Beta-377947                                   | 17610 ± 70         | 21670-20968                              | Beta Analytic  | CoVi-3-B-377947             |                 | Lafarge, 2014 ; Banks <i>et al.</i> , 2019 |

**Tabl. 3** – Détail du corpus de datations SMA sélectionnées pour réaliser les modélisations chronologiques (OxCal et ChronoModel). Les calibrations ont été réalisées avec le logiciel OxCal (v4.4.4 : Bronk Ramsey, 2021) à partir de la courbe de calibration IntCal20 (Reimer *et al.*, 2020). Les critères de sélection des âges 14C présentés pour le Cuzoul de Vers sont détaillés in Ducasse *et al.* (2014). BA : Badegoulien ancien ; BR : Badegoulien ancien ; M\_LDDM : Magdalénien à LDDM ; MI\_MLD : Magdalénien inférieur à MLD ; MMA : Magdalénien moyen ancien ; BdC : bois de cervidé.

\* La présence de lamelles de type Orville est signalée, bien qu'en nombre extrêmement réduit (Primault *et al.*, 2020) ; \*\* Quelques raclettes badegouliennes ainsi qu'un fragment de pointe à cran sont signalés au sein de ces assemblages et interprétés comme les indices de mélanges très localisés (Primault *et al.*, 2020) ; \*\*\* Information reportée lorsque disponible (U : prétraitement incluant une étape d'ultrafiltration).

**Table 3** – Details of the AMS radiocarbon dates used in the chronological modelling (OxCal and ChronoModel). \*: Orville bladelets are present but in extremely small quantities (Primault *et al.*, 2020); \*\*: a few Badegoulien racettes, as well as a fragment of a shouldered point have been found in these assemblages and have been interpreted as very localized mixed assemblages (Primault *et al.*, 2020); \*\*\*: information provided here when available (U: pretreatment included an ultrafiltration step). The criteria used to select <sup>14</sup>C dates from Cuzoul de Vers are outlined in Ducasse *et al.*, 2014. Calibrations were done with OxCal (v4.4.4: Bronk Ramsey, 2021) which is based on the IntCal20 calibration curve (Reimer *et al.*, 2020).

| Site                  | Département   | Couche ou niveau | Référence de l'échantillon | Attribution | Matériau | Nature                                                   | Code laboratoire             | Résultat brut [BP] | Âge calibré à 95,4 % [cal BP] (IntCal20) | Laboratoire    | Code modélisations         | Prétraitement** | Références                                                                                                     |
|-----------------------|---------------|------------------|----------------------------|-------------|----------|----------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------------|----------------|----------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contrée-Vallet        | Allier        | c.3              | .                          | BR          | os       | cheval                                                   | Beta-377948                  | 17600 ± 70         | 21640-20953                              | Beta Analytic  | CoV-3-B-377948             |                 | Lafarge, 2014 ; Banks <i>et al.</i> , 2019                                                                     |
| Le Blot               | Haute-Loire   | Chantier 3_c.15  | J8_41                      | BR          | dent     |                                                          | Lyon-1337 (GrA-17337)        | 18000 ± 80         | 22155-21468                              | Lyon/Groningen | Blot-3-15-L-1337           |                 | Banadora ( <a href="https://banadora.mom.fr/result/show/12239">https://banadora.mom.fr/result/show/12239</a> ) |
| Le Blot               | Haute-Loire   | Chantier 3_c.9   | K4_11                      | BR          | dent     |                                                          | Lyon-1336                    | 17850 ± 80         | 21965-21409                              | Lyon           | Blot-3-9-1336              |                 | Banadora ( <a href="https://banadora.mom.fr/result/show/12238">https://banadora.mom.fr/result/show/12238</a> ) |
| Houleau               | Gironde       | D                | ECH4_E37_15                | M_LDDM      | os       | cheval_métacarpien droit                                 | OXA-38348                    | 17134 ± 96         | 20899-20482                              | Oxford         | Hou-D-O-38348              | U               | Cet article                                                                                                    |
| Houleau               | Gironde       | D                | R_ECH4_D39_50-58           | M_LDDM      | BdC      | base de bois avec traces de rainurage                    | R_Combine OXA-40011 et 40012 | 17166 ± 56         | 20875-20547                              | Oxford         | Hou-D-R-Comb-O-40011-40012 | U               | Cet article                                                                                                    |
| Scilles               | Haute-Garonne | B                | SCI_Ran_1                  | M_LDDM      | os       | renne_métatarse droit                                    | OXA-38333                    | 17639 ± 81         | 21716-21005                              | Oxford         | Sci-B-O-38333              | U               | Cet article                                                                                                    |
| Scilles               | Haute-Garonne | B                | SCI_Ran_3                  | M_LDDM      | os       | renne_métatarse droit                                    | OXA-38334                    | 17709 ± 80         | 21820-21099                              | Oxford         | Sci-B-O-38334              | U               | Cet article                                                                                                    |
| Scilles               | Haute-Garonne | B                | SCI_Rupi_1                 | M_LDDM      | os       | chamois_tibia droit                                      | OXA-38335                    | 17700 ± 81         | 21805-21080                              | Oxford         | Sci-B-O-38335              | U               | Cet article                                                                                                    |
| Scilles               | Haute-Garonne | B                | SCI_Bov_1                  | M_LDDM      | os       | boviné_tibia droit                                       | OXA-38336                    | 18042 ± 85         | 22241-21512                              | Oxford         | Sci-B-O-38336              | U               | Cet article                                                                                                    |
| Scilles               | Haute-Garonne | B                | ECH2_scibdcman 40          | M_LDDM      | BdC      | élément appointé sur baguette                            | OXA-40627                    | 17526 ± 73         | 21392-20938                              | Oxford         | Sci-B-O-40627              | U               | Cet article                                                                                                    |
| Scilles               | Haute-Garonne | B                | ECH3_scibdcman 65          | M_LDDM      | BdC      | élément appointé sur baguette                            | OXA-40628                    | 17160 ± 70         | 20885-20530                              | Oxford         | Sci-B-O-40628              | U               | Cet article                                                                                                    |
| Scilles               | Haute-Garonne | B                | ECH4_sci os man            | M_LDDM      | os       | ongulé de grande taille, retourchoir avec pan de rainure | OXA-40629                    | 17706 ± 76         | 21809-21105                              | Oxford         | Sci-B-O-40629              | U               | Cet article                                                                                                    |
| Lascaux               | Dordogne      | .                | ECH 1_Nef - car            | M_LDDM      | os       | renne diaphyse d'humérus gauche                          | OXA-38349                    | 17583 ± 92         | 21687-20921                              | Oxford         | LSX-O-38349                | U               | Ducasse et Langlais, 2019                                                                                      |
| Lascaux               | Dordogne      | .                | ECH 2_Nef                  | M_LDDM      | os       | renne diaphyse de tibia droit                            | OXA-38350                    | 17564 ± 98         | 21673-20900                              | Oxford         | LSX-O-38350                | U               | Ducasse et Langlais, 2019                                                                                      |
| Lascaux               | Dordogne      | .                | ECH 4_Puits 1960 10 -C2    | M_LDDM      | os       | renne diaphyse d'humérus droit                           | OXA-38351                    | 17817 ± 96         | 21992-21359                              | Oxford         | LSX-O-38351                | U               | Ducasse et Langlais, 2019                                                                                      |
| Lascaux               | Dordogne      | .                | ECH 5_Cheval inversé       | M_LDDM      | os       | renne_radius gauche                                      | R_Combine OXA-38352 et 38353 | 17564 ± 67         | 21414-20969                              | Oxford         | LSX-R-Comb-O-38352-38353   |                 | Ducasse et Langlais, 2019                                                                                      |
| St-Germain-la-Rivière | Gironde       | ensemble sup.    | .                          | MMA         | os       | renne                                                    | Poz-52970                    | 14940 ± 70         | 18615/18315-18489/18124                  | Poznan         | SGR-Ens-sup-P-52970        |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2015                                                                                  |
| St-Germain-la-Rivière | Gironde       | ensemble sup.    | .                          | MMA         | os       | bos-bison                                                | OXA-26655                    | 15090 ± 75         | 18648/18389-18410/18231                  | Oxford         | SGR-Ens-sup-O-26655        | U               | Langlais <i>et al.</i> , 2015                                                                                  |
| St-Germain-la-Rivière | Gironde       | ensemble sup.    | .                          | MMA         | BdC      | .                                                        | OXA26486                     | 15140 ± 90         | 18665-18250                              | Oxford         | SGR-Ens-sup-O-26486        | U               | Langlais <i>et al.</i> , 2015                                                                                  |

Tabl. 3 – Suite

Table 3 – Continuation

| Site                  | Département | Couche ou niveau | Référence de l'échantillon | Attribution | Matériau | Nature                       | Code laboratoire     | Résultat brut [BP] | Âge calibré à 95,4 % [cal BP] (IntCal20) | Laboratoire | Code modélisations  | Prétraitement** | Références                    |
|-----------------------|-------------|------------------|----------------------------|-------------|----------|------------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------------|-------------|---------------------|-----------------|-------------------------------|
| St-Germain-la-Rivière | Gironde     | ensemble inf.    | .                          | MI_MLD      | os       | harfang                      | Ly10175 (SacA-32842) | 16450 ± 90         | 20112-19577                              | Lyon/Saclay | SGR-ens-inf-L-10175 |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2015 |
| St-Germain-la-Rivière | Gironde     | ensemble inf.    | .                          | MI_MLD      | BdC      | déchet de façonage sur bague | Ly10230 (SacA-33705) | 16620 ± 80         | 20326-19869                              | Lyon/Saclay | SGR-ens-inf-L-10230 |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2015 |
| St-Germain-la-Rivière | Gironde     | ensemble inf.    | .                          | MI_MLD      | BdC      | pointe à base pleine         | Ly10231 (SacA-33706) | 16670 ± 80         | 20378-19911                              | Lyon/Saclay | SGR-ens-inf-L-10231 |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2015 |
| St-Germain-la-Rivière | Gironde     | ensemble inf.    | .                          | MI_MLD      | os       | saïga                        | Ly10174 (SacA-32841) | 16830 ± 90         | 20543-20099                              | Lyon/Saclay | SGR-ens-inf-L-10174 |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2015 |
| St-Germain-la-Rivière | Gironde     | ensemble inf.    | .                          | MI_MLD      | BdC      | outil mousse                 | Ly10232 (SacA-33707) | 16900 ± 80         | 20615-20191                              | Lyon/Saclay | SGR-ens-inf-L-10232 |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2015 |
| St-Germain-la-Rivière | Gironde     | ensemble inf.    | .                          | MI_MLD      | os       | bos-bison                    | Ly10176 (SacA-32843) | 16970 ± 90         | 20786-20290                              | Lyon/Saclay | SGR-ens-inf-L-10176 |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2015 |
| Bouyssonie            | Corrèze     | UA2              | .                          | MMA         | char-bon | Salix sp.                    | Poz-88652            | 15750 ± 90         | 19229-18832                              | Poznan      | Bouy-UA2-P-88652    |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| Bouyssonie            | Corrèze     | UA2              | .                          | MMA         | char-bon | indét.                       | Poz-92141            | 15870 ± 90         | 19421-18931                              | Poznan      | Bouy-UA2-P-92141    |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| Bouyssonie            | Corrèze     | UA2              | .                          | MMA         | char-bon | indét.                       | Poz-33480            | 15910 ± 90         | 19460-18970                              | Poznan      | Bouy-UA2-P-33480    |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| Bouyssonie            | Corrèze     | UA2              | .                          | MMA         | char-bon | Salix sp.                    | Poz-88616            | 15920 ± 90         | 19468-18981                              | Poznan      | Bouy-UA2-P-88616    |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| Bouyssonie            | Corrèze     | UA2              | .                          | MMA         | char-bon | Salix sp.                    | Poz-88670            | 15960 ± 90         | 19505-19035                              | Poznan      | Bouy-UA2-P-88670    |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| Bouyssonie            | Corrèze     | UA4              | .                          | M_LDDM      | char-bon | Salix sp.                    | Poz-88671            | 17360 ± 100        | 21342-20670                              | Poznan      | Bouy-UA4-P-88671    |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| Bouyssonie            | Corrèze     | UA4              | .                          | M_LDDM      | char-bon | indét.                       | Poz-92140            | 17390 ± 100        | 21370-20764                              | Poznan      | Bouy-UA4-P-92140    |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| Bouyssonie            | Corrèze     | UA4              | .                          | M_LDDM      | char-bon | indét.                       | Poz-92139            | 17440 ± 100        | 21382-20841                              | Poznan      | Bouy-UA4-P-92139    |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2019 |
| Combe-Cullier         | Lot         | UA4              | .                          | MMA         | os       | renne                        | OxA-34936            | 15430 ± 70         | 18879-18375                              | Oxford      | CoCu-UA4-O-34936    | U               | Langlais <i>et al.</i> , 2018 |
| Combe-Cullier         | Lot         | UA4              | .                          | MMA         | os       | cheval                       | OxA-34938            | 15950 ± 80         | 19485-19041                              | Oxford      | CoCu-UA4-O-34938    | U               | Langlais <i>et al.</i> , 2018 |
| Combe-Cullier         | Lot         | UA4              | .                          | MMA         | os       | cerf                         | OxA-34937            | 16020 ± 75         | 19525-19136                              | Oxford      | CoCu-UA4-O-34937    | U               | Langlais <i>et al.</i> , 2018 |
| Combe-Cullier         | Lot         | UA5a             | .                          | MI_MLD      | os       | bos-bison                    | Ly13450 (SacA-47547) | 16640 ± 90         | 20375-19872                              | Lyon/Saclay | CoCu-UA5a-L-13450   |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2018 |
| Combe-Cullier         | Lot         | UA5b             | .                          | M_LDDM      | os       | renne                        | Ly13449 (SacA-47556) | 17290 ± 100        | 21127-20546                              | Lyon/Saclay | CoCu-UA5b-L-13449   |                 | Langlais <i>et al.</i> , 2018 |
| Tailis des Coteaux    | Vienne      | AG_IIla          | .                          | MI_MLD      | os       | renne                        | Ly-2107              | 17130 ± 65         | 20858-20515                              | Lyon        | TdC-AG_IIla-L-2107  |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailis des Coteaux    | Vienne      | AG_IIla          | TdC05_AG-IIla_H8_27        | MI_MLD      | os       | renne                        | Ly-6406              | 17190 ± 110        | 20966-20492                              | Lyon        | TdC-AG_IIla-L-6406  |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailis des Coteaux    | Vienne      | AG_IIla          | .                          | MI_MLD      | os       | renne                        | Ly-2264              | 16920 ± 170        | 20869-20026                              | Lyon        | TdC-AG_IIla-L-2264  |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |

Tabl. 3 – Suite

Table 3 – Continuation

| Site                | Département     | Couche ou niveau | Référence de l'échantillon | Attribution | Matériau | Nature                                              | Code laboratoire | Résultat brut [BP] | Âge calibré à 95,4 % [cal BP] (IntCal20) | Laboratoire    | Code modélisations   | Prétraitement** | Références                    |
|---------------------|-----------------|------------------|----------------------------|-------------|----------|-----------------------------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------------|----------------|----------------------|-----------------|-------------------------------|
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIb          | TdC05_AG-IIIb_H8_20        | MI_MLD      | os       | renne                                               | Ly-6407          | 17460 ± 110        | 21410-20835                              | Lyon           | TdC-AG_IIIb-L-6407   |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIa          | TdC04_AG-IIIa_H9_8         | MI_MLD      | os       | cheval, diaphyse de fémur                           | Beta-576349      | 16720 ± 50         | 20399-20040                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIa-B-576349 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIa          | TdC03_AG-IIIa_E9_81        | MI_MLD      | os       | renne, diaphyse d'humérus droit                     | Beta-576350      | 16700 ± 50         | 20368-19999                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIa-B-576350 | U               | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIc          | TdC10_AG-IIIc_H9_87        | M_LDDM*     | dent     | cheval                                              | Beta-505351      | 16950 ± 50         | 20601-20323                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIc-B-505351 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIc          | TdC10_AG-IIIc_G9_158       | M_LDDM*     | os       | cheval                                              | Beta-505352      | 17140 ± 60         | 20860-20526                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIc-B-505352 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIe          | TdC15_AG-IIIe_19_955       | M_LDDM*     | os       | cheval                                              | Beta-425496      | 16550 ± 50         | 20185-19848                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIe-B-425496 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIe          | TdC13_AG-IIIe_19_462       | M_LDDM*     | os       | cheval                                              | Beta-505354      | 16990 ± 60         | 20753-20373                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIe-B-505354 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIe          | TdC13_AG-IIIe_19_570       | M_LDDM*     | os       | grand onglé                                         | Beta-505353      | 17290 ± 60         | 21001-20637                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIe-B-505353 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIf          | TdC15_AG-IIIf_G9_132       | Orville     | os       | cheval                                              | Beta-423448      | 17730 ± 60         | 21816-21246                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIf-B-423448 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIf          | TdC14_AG-IIIf_G9_44        | Orville     | os       | cheval, diaphyse de fémur gauche                    | Beta-576351      | 17110 ± 50         | 20829-20515                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIf-B-576351 |                 | Primault et Brou, 2020        |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIIf          | TdC15_AG-IIIf_G8_65        | Orville     | dent     | renne, précaras-sière supérieure 3 droite           | Beta-576352      | 17690 ± 50         | 21753-21155                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIIf-B-576352 | U               | Primault et Brou, 2020        |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIlg          | TdC15_AG-IIlg_G9_12        | Orville**   | os       | cheval                                              | Beta-423449      | 17620 ± 70         | 21693-20980                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIlg-B-423449 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIlg          | TdC16_AG-IIlg_19_42        | Orville**   | os       | renne, diaphyse d'humérus gauche                    | Beta-576353      | 17380 ± 60         | 21175-20813                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIlg-B-576353 |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_IIlg          | TdC16_AG-IIlg_G8_59        | Orville**   | dent     | renne, série dentaire, précaras-sière 4 à molaire 3 | Beta-576354      | 17710 ± 50         | 21776-21225                              | Beta Analytic  | TdC-AG_IIlg-B-576354 | U               | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Tailles des Coteaux | Vienne          | AG_V             | TdC_S2000_Vd               | BR          | os       | cheval                                              | Lyon-2639        | 18140 ± 85         | 22307-21891                              | Lyon           | TdC-AG_VL-2639       |                 | Primault <i>et al.</i> , 2020 |
| Gandil              | Tarn-et-Garonne | c.20             | .                          | MI_MLD      | os       | .                                                   | GfA-96416        | 16980 ± 170        | 20911-20109                              | Gif-sur-Yvette | GdL-20-G-96416       |                 | Ladler dir., 2014             |
| Gandil              | Tarn-et-Garonne | c.23             | .                          | MI_MLD      | os       | .                                                   | GfA-96417        | 17480 ± 180        | 21767-20646                              | Gif-sur-Yvette | GdL-23-G-96417       |                 | Ladler dir., 2014             |
| Gandil              | Tarn-et-Garonne | c.25             | .                          | MI_MLD      | os       | .                                                   | GfA-97307        | 17290 ± 180        | 21395-20466                              | Gif-sur-Yvette | GdL-25-G-97307       |                 | Ladler dir., 2014             |
| Gandil              | Tarn-et-Garonne | c.23             | .                          | MI_MLD      | os       | .                                                   | Ly-2484 (Poz)    | 16538 ± 144        | 20341-19579                              | Lyon/Poznan    | GdL-23-L-2484        |                 | Langlais, 2010                |
| Gandil              | Tarn-et-Garonne | c.25             | .                          | MI_MLD      | os       | .                                                   | Ly-2485 (Poz)    | 16507 ± 144        | 20310-19560                              | Lyon/Poznan    | GdL-25-L-2485        |                 | Langlais, 2010                |

Tabl. 3 – Suite et fin

Table 3 – Continuation and end

de dates par niveau, ainsi que plusieurs niveaux par site, au risque que le modèle n'intègre pas suffisamment de contraintes stratigraphiques. Ces conditions n'étant pas remplies par le corpus de datations réuni ici, la modélisation n'a pas été réalisée à l'échelle du site, mais à celle des traditions techniques, et ce en regroupant toutes les dates considérées comme fiables (cf. *supra*) pour créer une séquence unique (par ex. Sharon *et al.*, 2007 ; Bronk Ramsey, 2009a ; Denham *et al.*, 2012 ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016). Parmi les différents types de modèles proposés par OxCal, les plus appropriés dans notre cas correspondent aux modèles organisés en *phases*<sup>12</sup>. Une *phase* représente un groupe cohérent d'événements reliés, mais dont l'ordre n'est pas connu (Bronk Ramsey, 1995). Ici, chaque *phase* représente l'une des cinq traditions techniques documentées : le Badegoulien (*phase* 1), les industries à nucléus et lamelles Orville-Bertonne (*phase* 2), le Magdalénien à LDDM (*phase* 3), le Magdalénien à MLD (*phase* 4) et le Magdalénien moyen ancien (*phase* 5).

Les «Phase Model» les plus courants sont (1) le «Contiguous Phase Model», (2) le «Sequential Phase Model» et (3) l'«Overlapping Phase Model» (Bronk Ramsey, 2009a). Le Contiguous Phase Model est fondé sur le concept d'une succession de phases sans recouvrement ni hiatus : la fin d'une *phase* correspond au début de la suivante. Dans le cas du Sequential Phase Model, l'ordre des *phases* est connu, chacune d'entre elles ne démarrant qu'après la fin de la précédente, voire après un hiatus chronologique (pour tenir compte par exemple de l'existence de niveaux stériles). Enfin, l'Overlapping Phase Model permet la construction de modèles dans lesquels l'ordre des *phases* n'est pas imposé, chacune d'entre elles pouvant recouvrir – partiellement ou entièrement – une ou plusieurs autres phases se développant parallèlement. À ce jour, rien n'indique l'existence de *gaps* chronologiques entre les cinq *phases* retenues ici qui, par ailleurs, s'organisent selon un ordre connu (cf. *supra* ; Langlais *et al.*, ce volume b). Même si les dates disponibles pour chaque *phase* semblent dans certains cas se recouvrir (fig. 8a), aucune interstratification ni aucun assemblage mixte ne sont documentés, hors perturbations démontrées ou fortement soupçonnées (par ex. Ducasse *et al.*, ce volume a). Ainsi, seul le Contiguous Phase Model (nommé «modèle contigu» dans la suite du texte) semble adapté au jeu de données présenté plus haut, ainsi qu'aux objectifs de la modélisation<sup>13</sup>.

Dans la mesure où les dates disponibles pour chaque *phase* n'en représentent pas forcément la première ou la dernière occurrence, il reste par définition impossible de connaître le début et la fin exacts du développement de chaque tradition technique. C'est donc le modèle qui, à partir de nos données, va créer ce qu'OxCal nomme des *boundaries* qui définissent, pour chaque transition, l'intervalle chronologique le plus probable entre la fin d'une phase et le début de la suivante. La modélisation bayésienne permet également de réduire la dispersion des dates brutes, dispersion qui est due non seulement

à la durée de la *phase*, mais aussi aux incertitudes des mesures. Précisons enfin que nous avons intégré au modèle une étape de détection des valeurs aberrantes («Outlier Model»), appliquée tant sur l'ensemble du modèle que sur chacune des datations. Fixée à un seuil de 5 %, cette analyse nous permet d'identifier les mesures qui s'écartent statistiquement de la tendance majoritaire.

### Résultats

Onze *outliers* ayant un taux supérieur à 10 % ont été identifiés (annexe 4). Leur présence pénalise le modèle par un *agreement index* très bas ( $A_{\text{model}} = 5,5$  : annexe 5). Neuf d'entre eux, issus de quatre gisements distincts, se situent à la charnière chronologique entre industries à nucléus Orville-Bertonne et Magdalénien à LDDM d'une part, et entre Magdalénien à LDDM et Magdalénien à MLD d'autre part (fig. 8a) ; plus de la moitié ( $n = 6$  sur 9) correspondent à des mesures réalisées à partir des assemblages du Taillis des Coteaux. Dans la mesure où, dans la plupart des cas identifiés, ces résultats se font l'écho de réserves archéologiques et/ou physico-chimiques exprimées antérieurement (cf. *supra* ; Ducasse et Langlais, 2019 ; Primault et Brou, 2020), nous avons choisi, comme le propose C. Bronk Ramsey (2009b), de les rejeter «manuellement». Les deux autres âges identifiés comme *outliers* ne trouvent en revanche aucune explication archéologique ou physico-chimique évidente. Situés à la transition entre Badegoulien récent et industries à nucléus Orville-Bertonne, ils correspondent aux deux seules mesures SMA disponibles pour le Badegoulien récent de la Contrée Viallet (Allier ; annexe 3). Cohérentes entre elles et *a priori* tout à fait acceptables pour une industrie de ce type, ces deux mesures sont néanmoins pénalisées par leur fort recouvrement avec les âges obtenus pour les industries à Orville-Bertonne du Taillis des Coteaux, plus nombreux. Si à cette échelle la valeur statistique de ces équilibres peut se discuter (voir le poids important des âges obtenus pour les niveaux AG-III<sub>f</sub> et AG-III<sub>g</sub> du Taillis des Coteaux, seuls représentants des industries à nucléus Orville-Bertonne au sein du corpus analysé), les dates de la Contrée Viallet ont *in fine* été exclues. Ainsi, après avoir lancé une première fois le modèle avec l'ensemble des échantillons (annexe 5), nous avons procédé à une nouvelle modélisation en supprimant de l'analyse toutes les mesures identifiées comme aberrantes avec un taux supérieur à 10 %, les autres paramètres ayant été conservés à l'identique (modèle contigu à cinq *phases*). Malgré la réduction du corpus analysé ( $n = 65$ ), cette procédure a conduit à une amélioration significative de l'*agreement index* (tabl. 4 :  $A_{\text{model}} = 105,3$ ).

C'est donc ce dernier modèle que nous avons retenu (fig. 8b ; code CQL disponible en annexe 9). Comme cela est indiqué dans le tableau 5, les intervalles de transition entre chaque tradition technique n'ont pas significativement changé d'une version à l'autre du modèle (c.-à-d. avec et sans les *outliers*), la première version du modèle, réalisée avant élimination des *outliers*, les pénalisant

|                                                                           | Non modélisé<br>[cal. BP] 95,4 % |       | Modélisé<br>[cal. BP] 95,4 % |              | Indices - A <sub>model</sub> 105.3 / A <sub>overall</sub> 103.1 |      |             |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|------|-------------|
|                                                                           | from                             | to    | from                         | to           | A                                                               | P    | C           |
| <b>Fin</b>                                                                |                                  |       | <b>18586</b>                 | <b>17926</b> |                                                                 |      | <b>97,5</b> |
| <b>Magdalénien moyen ancien</b>                                           |                                  |       |                              |              |                                                                 |      |             |
| SGR-Ens-sup-P-52970                                                       | 18615                            | 18124 | 18633                        | 18171        | 60,6                                                            | 94,9 | 98,9        |
| SGR-Ens-sup-O-26655                                                       | 18648                            | 18231 | 18660                        | 18242        | 106,1                                                           | 95,5 | 99,7        |
| SGR-Ens-sup-O-26486                                                       | 18665                            | 18250 | 18681                        | 18267        | 102,5                                                           | 95,2 | 99,5        |
| CoCu-UA4-O-34936                                                          | 18879                            | 18375 | 18884                        | 18629        | 101,8                                                           | 95,3 | 99,8        |
| Bouy-UA2-P-88652                                                          | 19229                            | 18832 | 19236                        | 18830        | 100,2                                                           | 95,2 | 99,6        |
| Bouy-UA2-P-92141                                                          | 19421                            | 18931 | 19422                        | 18930        | 100,5                                                           | 95,2 | 99,6        |
| Bouy-UA2-P-33480                                                          | 19460                            | 18970 | 19459                        | 18968        | 100,5                                                           | 95,3 | 99,7        |
| Bouy-UA2-P-88616                                                          | 19468                            | 18981 | 19467                        | 18979        | 100,5                                                           | 95,2 | 99,7        |
| CoCu-UA4-O-34938                                                          | 19485                            | 19041 | 19485                        | 19040        | 100,5                                                           | 95,3 | 99,8        |
| Bouy-UA2-P-88670                                                          | 19505                            | 19035 | 19505                        | 19031        | 100,6                                                           | 95,3 | 99,7        |
| CoCu-UA4-O-34937                                                          | 19525                            | 19136 | 19525                        | 19132        | 100,5                                                           | 95,2 | 99,6        |
| <b>Transition Magdalénien inférieur à MLD et Magdalénien moyen ancien</b> |                                  |       | <b>20065</b>                 | <b>19440</b> |                                                                 |      | <b>99,6</b> |
| <b>Magdalénien inférieur à MLD</b>                                        |                                  |       |                              |              |                                                                 |      |             |
| SGR-ens-inf-L-10175                                                       | 20112                            | 19577 | 20185                        | 19645        | 89                                                              | 95   | 99,7        |
| GdL-25-L-2485                                                             | 20310                            | 19560 | 20361                        | 19664        | 102                                                             | 95,3 | 99,7        |
| GdL-23-L-2484                                                             | 20341                            | 19579 | 20401                        | 19693        | 105,5                                                           | 95,2 | 99,6        |
| SGR-ens-inf-L-10230                                                       | 20326                            | 19869 | 20325                        | 19885        | 102,4                                                           | 95,3 | 99,8        |
| CoCu-UA5a-L-13450                                                         | 20375                            | 19872 | 20365                        | 19890        | 102,8                                                           | 95,4 | 99,8        |
| SGR-ens-inf-L-10231                                                       | 20378                            | 19911 | 20381                        | 19922        | 101,9                                                           | 95,3 | 99,7        |
| TdC-AG_IIIa-B-576350                                                      | 20368                            | 19999 | 20370                        | 20001        | 100,8                                                           | 95,3 | 99,8        |
| TdC-AG_IIIa-B-576349                                                      | 20399                            | 20040 | 20400                        | 20040        | 100,5                                                           | 95,3 | 99,8        |
| SGR-ens-inf-L-10174                                                       | 20543                            | 20099 | 20544                        | 20102        | 100,8                                                           | 95,3 | 99,8        |
| SGR-ens-inf-L-10232                                                       | 20615                            | 20191 | 20596                        | 20207        | 101,8                                                           | 95,4 | 99,8        |
| TdC-AG_IIIa-L-2264                                                        | 20869                            | 20026 | 20723                        | 20044        | 108,4                                                           | 95,3 | 99,8        |
| SGR-ens-inf-L-10176                                                       | 20786                            | 20290 | 20708                        | 20285        | 108,1                                                           | 95,4 | 99,8        |
| GdL-20-G-96416                                                            | 20911                            | 20109 | 20740                        | 20115        | 107,8                                                           | 95,3 | 99,8        |
| TdC-AG_IIIa-L-2107                                                        | 20858                            | 20515 | 20745                        | 20495        | 99,7                                                            | 95,1 | 99,8        |
| TdC-AG_IIIa-L-6406                                                        | 20966                            | 20492 | 20756                        | 20465        | 89,7                                                            | 94,9 | 99,8        |
| GdL-25-G-97307                                                            | 21395                            | 20466 | 20770                        | 20381        | 79,7                                                            | 94,6 | 99,7        |
| <b>Transition Magdalénien à LDDM et Magdalénien inférieur à MLD</b>       |                                  |       | <b>20801</b>                 | <b>20591</b> |                                                                 |      | <b>99,9</b> |
| <b>Magdalénien inférieur à LDDM</b>                                       |                                  |       |                              |              |                                                                 |      |             |
| Hou-D-O-38348                                                             | 20899                            | 20482 | 20928                        | 20643        | 95,6                                                            | 95,1 | 99,8        |
| TdC-AG_IIIc-B-505352                                                      | 20860                            | 20526 | 20891                        | 20646        | 95,2                                                            | 94,9 | 99,8        |
| Sci-B-O-40628                                                             | 20885                            | 20530 | 20911                        | 20651        | 100,9                                                           | 95,2 | 99,9        |
| Hou-D-R-Comb-O-40011-40012                                                | 20875                            | 20547 | 20899                        | 20653        | 103,4                                                           | 95,3 | 99,9        |
| TdC-AG_IIIe-B-505353                                                      | 21001                            | 20637 | 21006                        | 20721        | 106,7                                                           | 95,4 | 99,9        |
| CoCu-UA5b-L-13449                                                         | 21127                            | 20546 | 21145                        | 20660        | 111,1                                                           | 95,4 | 99,8        |
| Bouy-UA4-P-88671                                                          | 21342                            | 20670 | 21294                        | 20743        | 105,8                                                           | 95,4 | 99,8        |
| Bouy-UA4-P-92140                                                          | 21370                            | 20764 | 21326                        | 20791        | 104,6                                                           | 95,4 | 99,8        |
| Bouy-UA4-P-92139                                                          | 21382                            | 20841 | 21346                        | 20847        | 104,3                                                           | 95,4 | 99,8        |

**Tabl. 4** – Jeu de données chronologiques modélisé par le logiciel OxCal (modèle contigu après suppression des *outliers* de probabilité  $\geq$  à 10 %) indiquant les dates de début et de fin de chaque phase (Bouy : Grotte Bouyssonie, CasR : abri Casserole, CdV : abri du Cuzoul de Vers, CoCu : grotte de Combe-Cullier, CoVi : Contrée-Viallet, Fon : Fontgrasse, GdL : abri Gandil, Hou : abri Houleau, LSX : Lascaux, Sci : grotte des Scilles, SGR : Saint-Germain-la-Rivière, TdC : Taillis des Coteaux).

**Table 4** – Bayesian Model Output table produced by OxCal (contiguous model, without outliers having probability  $\geq$  10%), showing beginning/end modelled dates of each of the five phases.

|                                                              | Non modélisé<br>[cal. BP] 95,4 % |       | Modélisé<br>[cal. BP] 95,4 % |       | Indices - A <sub>model</sub> 105.3 / A <sub>overall</sub> 103.1 |      |      |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------|------|------|
|                                                              | from                             | to    | from                         | to    | A                                                               | P    | C    |
| <b>Magdalénien inférieur à LDDM (suite)</b>                  |                                  |       |                              |       |                                                                 |      |      |
| Sci-B-O-40627                                                | 21392                            | 20938 | 21361                        | 20938 | 103,8                                                           | 95,4 | 99,8 |
| LSX-R-Comb-O-38352-38353                                     | 21414                            | 20969 | 21373                        | 20973 | 103,9                                                           | 95,4 | 99,8 |
| LSX-O-38350                                                  | 21673                            | 20900 | 21379                        | 20937 | 109                                                             | 95,4 | 99,8 |
| Sci-B-O-38333                                                | 21716                            | 21005 | 21400                        | 21000 | 108,9                                                           | 95,3 | 99,8 |
| Sci-B-O-38335                                                | 21805                            | 21080 | 21419                        | 21019 | 72,9                                                            | 94,9 | 99,8 |
| Sci-B-O-40629                                                | 21809                            | 21105 | 21422                        | 21029 | 64,7                                                            | 94,7 | 99,8 |
| Sci-B-O-38334                                                | 21820                            | 21099 | 21423                        | 21025 | 63,6                                                            | 94,7 | 99,8 |
| <b>Transition industries à Orville et Magdalénien à LDDM</b> |                                  |       | 21489                        | 21197 |                                                                 |      | 99,9 |
| <b>Industries à nucléus Orville</b>                          |                                  |       |                              |       |                                                                 |      |      |
| TdC-AG_IIIg-B-423449                                         | 21693                            | 20980 | 21657                        | 21282 | 86                                                              | 95,1 | 99,9 |
| TdC-AG_IIIg-B-576352                                         | 21753                            | 21155 | 21672                        | 21323 | 140,7                                                           | 95,7 | 99,9 |
| TdC-AG_IIIg-B-576354                                         | 21776                            | 21225 | 21678                        | 21336 | 133,8                                                           | 95,8 | 99,9 |
| TdC-AG_IIIg-B-423448                                         | 21816                            | 21246 | 21684                        | 21341 | 120,2                                                           | 95,6 | 99,9 |
| <b>Transition Badegoulien et industries à Orville</b>        |                                  |       | 21794                        | 21381 |                                                                 |      | 99,7 |
| <b>Badegoulien</b>                                           |                                  |       |                              |       |                                                                 |      |      |
| CasR-na4-L-13948                                             | 21942                            | 21165 | 21963                        | 21451 | 98,3                                                            | 95,1 | 99,6 |
| Blot-3-9-1336                                                | 21965                            | 21409 | 21990                        | 21472 | 100,2                                                           | 95,3 | 99,6 |
| Blot-3-15-L-1337                                             | 22155                            | 21468 | 22176                        | 21530 | 104,6                                                           | 95,3 | 99,8 |
| CasR-na5-L-13307                                             | 22262                            | 21842 | 22263                        | 21843 | 100,7                                                           | 95,3 | 99,8 |
| TdC-AG_V-L-2639                                              | 22307                            | 21891 | 22308                        | 21888 | 100,6                                                           | 95,3 | 99,8 |
| CdV-19-L-9076                                                | 22884                            | 22320 | 22885                        | 22317 | 100,1                                                           | 95,2 | 99,7 |
| CdV-6-R-Comb-L-9074-O-24963                                  | 22858                            | 22382 | 22863                        | 22381 | 100,3                                                           | 95,2 | 99,7 |
| CdV-15-O-10974                                               | 22925                            | 22430 | 22926                        | 22428 | 100,2                                                           | 95,3 | 99,7 |
| CdV-6-O-10955                                                | 22930                            | 22425 | 22934                        | 22422 | 100,2                                                           | 95,3 | 99,7 |
| CasR-na6-L-14316                                             | 22911                            | 22480 | 22913                        | 22477 | 100,3                                                           | 95,4 | 99,8 |
| CdV-21c-L-9075                                               | 22990                            | 22495 | 22993                        | 22491 | 100,3                                                           | 95,2 | 99,7 |
| CdV-22a-L-9077                                               | 23030                            | 22520 | 23029                        | 22520 | 100,5                                                           | 95,3 | 99,7 |
| CdV-18-O-11118                                               | 23169                            | 22574 | 23135                        | 22586 | 103,3                                                           | 95,4 | 99,7 |
| CasR-na6-L-14315                                             | 23171                            | 22909 | 23149                        | 22910 | 104,8                                                           | 95,5 | 99,8 |
| CdV-27-L-9078                                                | 23691                            | 22895 | 23254                        | 22888 | 116,8                                                           | 95,3 | 99,6 |
| CdV-15a-O-24964                                              | 23697                            | 22916 | 23254                        | 22910 | 119,6                                                           | 95,3 | 99,7 |
| CdV-22b-O-10976                                              | 23733                            | 22960 | 23299                        | 22938 | 112,7                                                           | 95,1 | 99,7 |
| <b>Début</b>                                                 |                                  |       | 23481                        | 23025 |                                                                 |      | 98,8 |
| <b>Général</b>                                               | 3,99E-17                         | 4     | 5,38E-17                     | 2,764 | 100                                                             |      | 99,6 |
|                                                              | -2,65                            | 2,65  |                              |       |                                                                 |      | 99,9 |
|                                                              |                                  |       | -288                         | 282   |                                                                 |      | 100  |

Tabl. 4 – suite et fin

Table 4 – Continuation and end

déjà d'une manière pondérée (Bronk Ramsey, 2009b). Notons que d'autres analyses du même type ont constaté le même phénomène (Sharon *et al.*, 2007). En définitive, le modèle contigu obtenu par le biais du logiciel OxCal permet de proposer un développement du Magdalénien à LDDM entre 21,5 cal. ka BP et 20,6 cal. ka BP (fig. 9 ; tabl. 5 : de la transition entre industries à nucléus et lamelles Orville-Bertonne et Magdalénien à LDDM jusqu'à la transition entre Magdalénien à LDDM et Magdalénien à MLD)<sup>14</sup>.

### ChronoModel

Le même jeu de données a été soumis à un traitement statistique avec le logiciel ChronoModel (CM ; Lanos et Dufresne, 2019<sup>15</sup>), élaboré depuis 2011 par l'un d'entre nous (P. Lanos) et son équipe dans le cadre d'un programme de recherche soutenu par l'ANR et par le CNRS. De même qu'OxCal ou BCal, il permet de combiner les mesures chronométriques (ici les âges <sup>14</sup>C) avec des informations archéologiques *a priori*

|                                           | Modèle contigu<br>AVEC outliers | Modèle contigu<br>SANS outliers<br>≥ 10% |
|-------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|
| Fin                                       | 18587-17898                     | 18586-17926                              |
| MI → MMA                                  | 20108-19501                     | 20065-19440                              |
| LDDM → MI                                 | 20781-20557                     | 20801-20591                              |
| O → LDDM                                  | 21460-21190                     | 21489-21197                              |
| Bad → O                                   | 21649-21294                     | 21794-21381                              |
| Début                                     | 23474-23021                     | 23481-23025                              |
| Agreement<br>Index ( $A_{\text{model}}$ ) | 5,5                             | 105,3                                    |

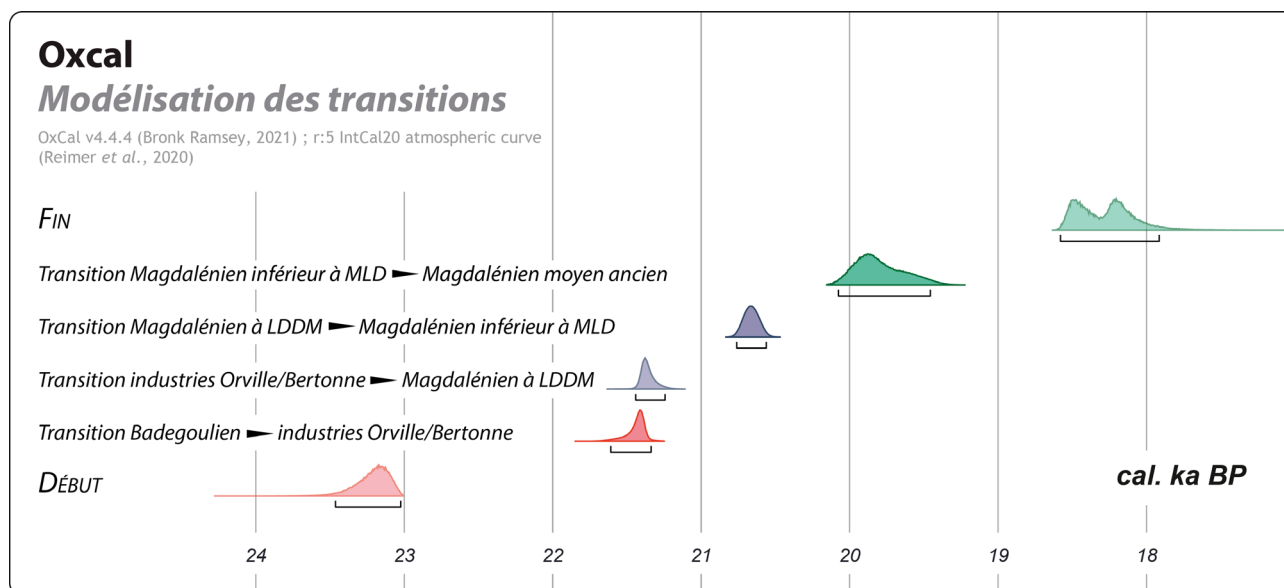
(Lanos et Philippe, 2017 et 2018 ; Lanos et Dufresne, 2022). Il présente cependant des différences sur deux points importants : l'utilisation du modèle d'événements (event) d'une part, et l'absence des *boundaries* d'autre part. Le modèle d'événements, qui peut inclure une ou plusieurs datations, est un modèle statistique robuste qui permet une pénalisation automatique des *outliers*, c'est-à-dire une pénalisation des dates qui s'écartent de la majorité des autres dates au sein d'un même événement, ou bien, dans le cas où un ordre temporel est imposé, sont en contradiction de succession avec certaines dates issues d'autres événements. À la différence d'OxCal, il n'est donc pas nécessaire de procéder à un second traitement après élimination des *outliers* détectés. Dans ChronoModel, la phase représente un groupe d'événements qui peuvent être ordonnés (ce qui correspondra au modèle *Sequence* dans OxCal<sup>16</sup>) ou bien non ordonnés entre eux (ce qui correspondra au modèle *Phase* dans OxCal). Par conséquent, de même que dans OxCal, nous avons créé cinq phases (annexes 10 et 11) en imposant un ordre de succession entre les phases (on ne parlera pas ici d'ordre stratigraphique *stricto sensu* puisque, comme

**Tabl. 5 (à gauche)** – Intervalles de transition modélisés par OxCal (modèle contigu) avec (à gauche) et sans (à droite) les mesures identifiées par le logiciel comme des outliers avec une probabilité de  $\geq 10\%$  (annexe 4 ; MMA : Magdalénien moyen ancien, MI : Magdalénien inférieur à microlamelles à dos, LDDM : Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal, OB : industries à nucléus Orville, Bad : Badegoulien).

**Table 5 (left)** – Transition dates modelled by OxCal (contiguous model). Left: including assemblages considered as outliers by the model; right: without assemblages identified as outliers by the model (i.e. excluding those having probability  $\geq 10\%$ ; see annex 4; MMA: Early Middle Magdalenian, MI: MLD-yielding Lower Magdalenian, LDDM: LDDM-yielding Lower Magdalenian, OB: assemblages containing Orville/Bertonne cores, Bad: Badegoulien).

expliqué précédemment, chaque phase regroupe des sites et des niveaux archéologiques différents sur la base d'une même appartenance « culturelle »).

Les calculs MCMC (Monte Carlo par Chaînes de Markov) ont été menés avec un million d'itérations, après un préchauffage (*burn-in*) de 1 000 itérations et une période d'adaptation des paramètres MCMC de 20 000 itérations (Vibet *et al.*, 2015). Les résultats sont exprimés sous la forme de densités de probabilité de dates, dites « *a posteriori* » dans la terminologie des statistiques bayésiennes qui sont à la base des modélisations chronologiques utilisées ici (aussi bien pour OxCal que pour CM). Sur chaque distribution, nous pouvons déterminer le « mode *a posteriori* » (MAP) qui correspond à la date du maximum (pic) de la distribution, et un intervalle de confiance HPD (pour *highest posterior density*) à 95 %, qui englobe forcément le MAP. Dans CM, les débuts et fins de phase sont estimés directement à partir des dates d'événements au sein de chaque phase.



**Fig. 9** – Modélisation OxCal. Synthèse des intervalles de transition entre phases (modèle contigu à cinq Phases après suppression des outliers de probabilité  $\geq 10\%$ ); cf. tableau 5, colonne de droite, pour plus de détails (infographie C. Barshay-Szmidt et S. Ducasse).

**Fig. 9** – OxCal model. Plot of transition intervals between Phases (Contiguous model of five Phases, without outliers having probability  $\geq 10\%$ ); see table 5 (right-hand column) for details (infographics C. Barshay-Szmidt and S. Ducasse).

|                                     | Mode (pic)<br><i>a posteriori</i> [cal. BP] | Intervalle de confiance<br>à 95 % [cal. BP] |             |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------|
|                                     | MAP                                         | HPD1 begin                                  | HPD1 end    |
| <b>Magdalénien moyen ancien</b>     |                                             |                                             |             |
| Début                               | 19435 ± 133                                 | 19700 ± 873                                 | 19244 ± 099 |
| Fin                                 | 18558 ± 585                                 | 18844 ± 146                                 | 18236 ± 737 |
| PTRange (95 %)                      | [ 19721 ; 18254 ]                           |                                             |             |
| <b>Magdalénien inférieur à MLD</b>  |                                             |                                             |             |
| Début                               | 20573 ± 142                                 | 20709 ± 004                                 | 20435 ± 444 |
| Fin                                 | 19656 ± 877                                 | 19951 ± 689                                 | 19406 ± 457 |
| PTRange (95 %)                      | [ 20719 ; 19422 ]                           |                                             |             |
| <b>Magdalénien inférieur à LDDM</b> |                                             |                                             |             |
| Début                               | 21346 ± 41                                  | 21522 ± 908                                 | 21195 ± 235 |
| Fin                                 | 20595 ± 673                                 | 20734 ± 861                                 | 20465 ± 805 |
| PTRange (95 %)                      | [ 21516 ; 20459 ]                           |                                             |             |
| <b>Industries à nucléus Orville</b> |                                             |                                             |             |
| Début                               | 21585 ± 441                                 | 21784 ± 267                                 | 21398 ± 694 |
| Fin                                 | 21380 ± 474                                 | 21558 ± 178                                 | 21224 ± 094 |
| PTRange (95 %)                      | [ 21783 ; 21221 ]                           |                                             |             |
| <b>Badegoulien</b>                  |                                             |                                             |             |
| Début                               | 23071 ± 626                                 | 23305 ± 696                                 | 22905 ± 998 |
| Fin                                 | 21645 ± 241                                 | 21860 ± 642                                 | 21437 ± 333 |
| PTRange (95 %)                      | [ 23300 ; 21435 ]                           |                                             |             |

**Tabl. 6** – Dates de début et de fin de chaque phase après modélisation par le logiciel ChronoModel (MAP : mode *a posteriori* ; HPD1 : *highest posterior density interval* ; PTRange : *phase time range*).

**Table 6** – *Dates of the beginning and end of each phase based on ChronoModel modelling (MAP: a posteriori mode; HPD1: highest posterior density interval; PTRange: phase time range).*

## Résultats

Les résultats obtenus sont détaillés dans le tableau 6 et la figure 10. Un intervalle de phase localisé sur le temps (*phase time range*) est aussi calculé et représenté sous la forme d'une barre reliant le début à la fin de la phase (fig. 10a). Cet intervalle représente le plus court intervalle possible contenant à la fois le début et la fin de phase pour 95 % du million d'itérations : il permet à la fois une localisation sur l'échelle du temps et une évaluation de la durée de la phase, de son extension temporelle. Ainsi, l'intervalle durant lequel s'est développé le Magdalénien à LDDM est situé par CM entre 21,52 cal. ka BP et 20,46 cal. ka BP, c'est-à-dire dans un intervalle quasi identique à celui fourni par OxCal (notons par ailleurs que les dates pénalisées par ChronoModel correspondent, à quelques exceptions près, aux *outliers* détectés par OxCal : annexe 4 ; cette comparaison reste cependant délicate dans la mesure où il n'existe pas de seuil de détection d'*outliers* dans ChronoModel : seule la forte valeur de l'écart-type *a posteriori* d'une date est un indicateur de son caractère « hors tendance »). Il est d'autre part possible de déterminer un intervalle de transition (*transition range* : tabl. 7 ; fig. 10b) correspondant à la

|           | Intervalle de transition<br>« Transition Range » (95 %) | Gap |
|-----------|---------------------------------------------------------|-----|
| MI → MMA  | 19938-19253                                             | non |
| LDDM → MI | 20734-20435                                             | non |
| O → LDDM  | 21556-21195                                             | non |
| Bad → O   | 21857-21396                                             | non |

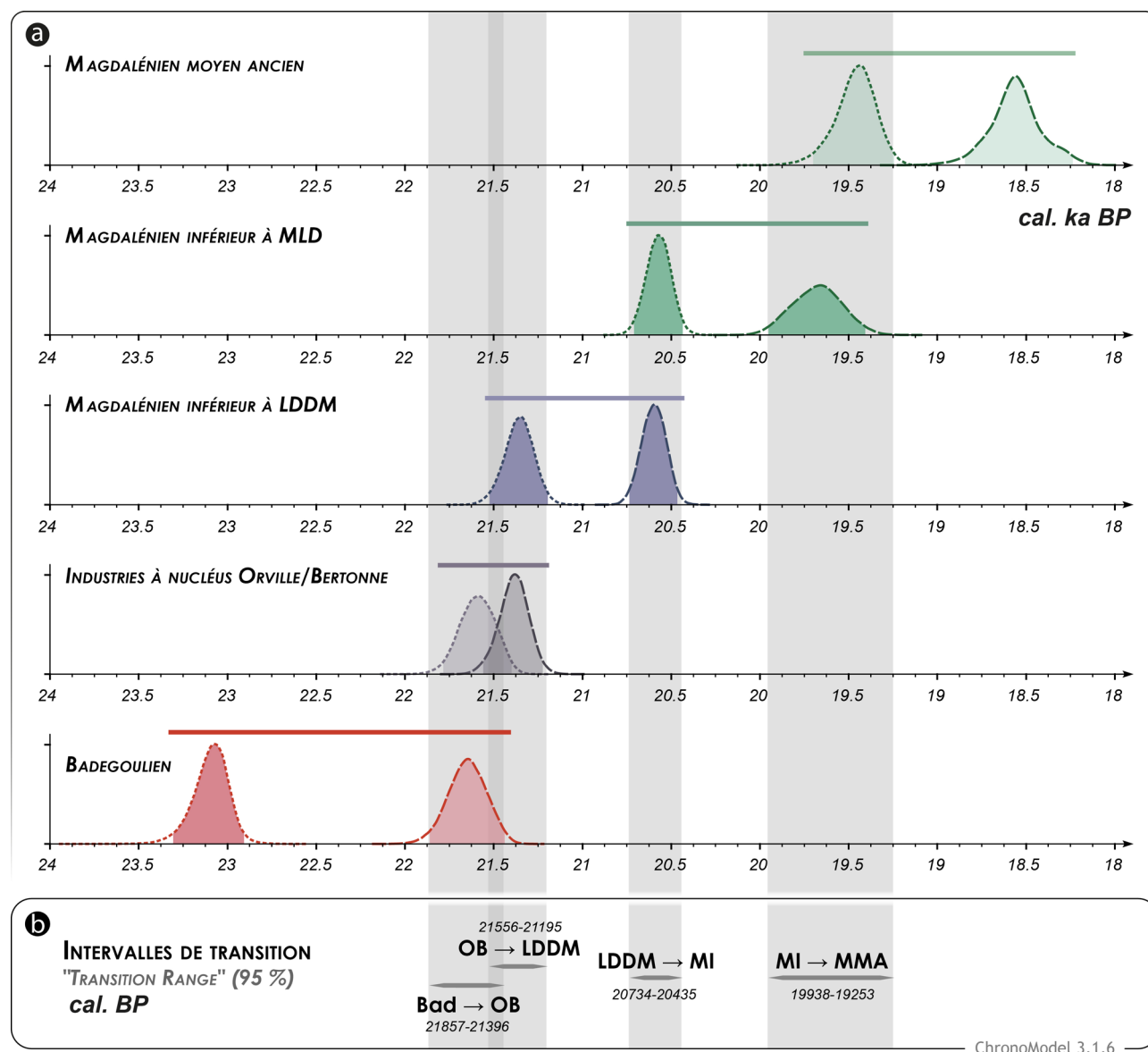
**Tabl. 7** – Intervalles de transition modélisés par ChronoModel (MMA : Magdalénien moyen ancien, MI : Magdalénien inférieur à microlamelles à dos, LDDM : Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal, OB : industries à nucléus Orville-Bertonne, Bad : Badegoulien).

**Table 7** – *Transition intervals modelled by ChronoModel.*

période de passage d'une phase à l'autre. Si nous avons les dates exactes de l'instant de transition, cet intervalle serait nul. Si, dans l'hypothèse de dates exactes, nous étions certains de l'existence d'un hiatus, l'intervalle de transition serait au moins égal à ce hiatus. Dans notre cas, le moment de la transition ne peut être connu avec précision dans la mesure où les dates modélisées, entachées d'incertitudes, ne se situent pas nécessairement au plus proche de chacune de ces transitions (biais de représentativité du jeu de données). La figure 11 permet de comparer les intervalles de transition de CM avec les *boundaries* contiguës d'OxCal. Nous observons ici des différences qui résultent de modes de calculs distincts. Le calcul dans ChronoModel repose sur les dates d'événement (*events*) des phases. Le *boundary* quant à lui s'intercale entre deux phases, autrement dit entre les événements de fin et de début. Il est donc par principe inclus dans l'intervalle de transition, et sa longueur (son intervalle HPD) sera plus courte (c'est ce que l'on peut constater en figure 11). Cependant, en raison des erreurs sur les dates et des contraintes d'ordre sur le temps, toutes deux prises en compte au cours du calcul MCMC, il peut apparaître un décalage important entre ces deux estimations de transition, atteignant parfois plus du siècle. De fait, nous sommes confrontés ici à un problème de résolution temporelle qui reste forcément limitée par les incertitudes pesant sur les dates.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Malgré un jeu de données relativement limité, contraint par le nombre réduit d'assemblages homogènes identifiés à ce jour pour le Magdalénien à LDDM, les modélisations présentées ici permettent de définir, sur des bases statistiques solides, l'intervalle de développement de cette tradition technique sur près d'un millénaire, entre 21,5 cal. ka BP et 20,5 cal. ka BP. Couplés à un travail de révision ou d'établissement *ex nihilo* du cadre radiométrique de chaque site ou de chaque collection fondé sur des protocoles et stratégies constants et reproductibles (protocole également suivi pour une part non négligeable du corpus de comparaison badegoulien et magdalénien ;



**Fig. 10** – Modélisation ChronoModel : (a) Synthèse des intervalles de phases modélisées pour chaque tradition technique ; (b) synthèse des intervalles de transition entre phases (infographie P. Lanos et S. Ducasse).

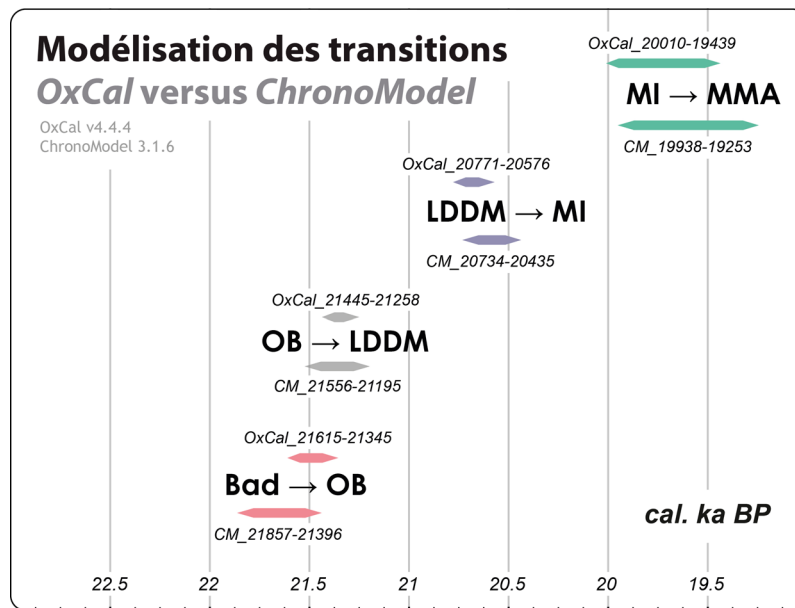
**Fig. 10** – ChronoModel model: (a) Phase time range for each technical tradition; (b) plot of transition intervals ("Transition Range" at 95%) between modelled phases for each technical tradition (infographics P. Lanos and S. Ducasse).

Ducasse *et al.*, 2014 ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016 ; Langlais *et al.*, 2018 et 2019 ; Ducasse *et al.*, 2020 ; Primault *et al.*, 2020), les modèles construits à partir des logiciels OxCal et ChronoModel convergent donc remarquablement en dépit d'approches de modélisation structurellement distinctes. Ainsi, parallèlement à sa caractérisation typo-techno-économique, le Magdalénien à LDDM trouve aujourd'hui un espace chronologique propre dans un continuum (temporel) badegoulo-magdalénien que les recherches actuelles révèlent de plus en plus complexe (Langlais, 2020 ; Primault *et al.*, 2020 ; Ducasse *et al.*, 2021). Sans questionner ici les agents déclencheurs des changements techniques et culturels, et notamment l'impact des variations climatiques et environnementales sur ces dynamiques<sup>17</sup>, les implications de ces résultats sont multiples, nourrissant des

réflexions relatives à la résolution comparée des cadres archéostratigraphiques et radiométriques ainsi qu'à la valeur géographique du modèle chronologique proposé.

### Sous les radars de l'atome : des stratigraphies et des modèles, sinon rien

Longtemps invisible aux yeux de l'archéologue, la complexité des dynamiques culturelles à l'œuvre au cours de la transition entre Badegoulien et Magdalénien passe aujourd'hui sous les radars du dateur. De fait, au sein de l'espace géographique considéré et à notre échelle d'observation, la rapidité des changements observés se mêle aux marges d'erreurs des datations ainsi qu'aux multiples autres facteurs susceptibles de fausser la justesse – et donc la comparabilité – des âges



**Fig. 11** – Comparaison des intervalles de transition modélisés par OxCal et ChronoModel (MMA : Magdalénien moyen ancien, MI : Magdalénien inférieur à microlamelles à dos, LDDM : Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal, OB : industries à nucléus Orville/Bertonne, Bad : Badegoulien ; infographie S. Ducasse).

**Fig. 11** – Comparison of transition intervals modelled by OxCal and ChronoModel (infographics S. Ducasse).

mesurés (préservation aléatoire du collagène, diversité des modalités de prétraitement des échantillons, etc.). Cette combinaison rend parfois impossible la distinction radiométrique d'ensembles stratigraphiquement successifs et différenciés sur le plan « culturel ». Par exemple, avant modélisation, et malgré un travail critique effectué en amont sur le corpus de datations disponible, l'intervalle 22-21 cal. ka BP témoigne d'un recouvrement chronologique strict entre dernières expressions du Badegoulien à raclettes, industries à nucléus et lamelles Orville-Bertonne, Magdalénien à LDDM et premiers soubresauts du Magdalénien à MLD (cf. *supra* ; fig. 8a). Sauf à considérer (1) une équivalence entre diversité des traditions techniques et diversité des populations humaines légitimant l'hypothèse d'une fréquentation conjointe des mêmes espaces par des groupes distincts et/ou (2) l'existence d'évolutions techniques et culturelles arythmiques à l'échelle microrégionale, cette contemporanéité doit, comme le démontrent les archéo-séquences du Taillis des Coteaux ou de Combe-Cullier (Langlais *et al.*, ce volume b ; cf. *supra*), être considérée comme un artefact des méthodes de datation. Notons que la morphologie de la courbe de calibration InCal20 présente, dans cet intervalle, plusieurs phénomènes d'horizontalisation et d'inversion (annexe 12). Ainsi, à l'image de nombreux moments clés du Paléolithique récent ouest-européen (par ex. transition Magdalénien-Azilien : Fat Cheung, 2015 ; Naudinot *et al.*, 2019 ; transition Solutréen-Badegoulien : Ducasse *et al.*, 2014 et 2019b), il paraît plus prudent de parler de recouvrement des données (fait observé) que de synchronicité (fait interprété), soulignant ainsi les limites de la résolution archéométrique face aux décryptages toujours plus précis de l'évolution des traditions techniques étudiées.

Si ce renouvellement du cadre chronologique de la fin du Badegoulien et des débuts du Magdalénien dans le sud-ouest de la France peut légitimement faire figure de référence, il ne permet pas pour autant l'interprétation fiable de dates isolées, *a fortiori* hors contexte stratigraphique contrôlé (fouilles anciennes ou gisements perturbés). Pour certaines tranches chronologiques, ce problème de résolution radiométrique, ajouté à un registre archéologique qui gagne peu à peu en nuance et en complexité, rend notamment difficile l'établissement de corrélations strictes entre dates directes sur industrie osseuse et traditions techniques, comme cela a pu être proposé à des échelles ou pour des questionnements autrement plus larges (par ex. Pétilion et Ducasse, 2012 ; Ducasse *et al.*, 2014 et 2020). C'est tout particulièrement le cas de certains déchets techniques liés au débitage du bois de cervidé par percussion qui, généralement attribués au Badegoulien sensu *stricto* (Pétilion et Averbouh, 2012 ; Pétilion et Chauvière in Ducasse *et al.*, 2021), voire au Solutréen récent (Baumann et Maury, 2013 ; Baumann et Hinguant, 2016 ; Ducasse *et al.*, 2019b), sont aujourd'hui documentés au sein des industries à nucléus et lamelles de type Orville (Primault *et al.*, 2020), et ce dans une chronologie partiellement similaire malgré une succession stratigraphique claire (le Taillis des Coteaux). Que dire, donc, des dates directes sur éclats de bois de cervidés situées entre 21,9 cal. ka BP et 20,9 cal. ka BP qui, obtenues à partir de vestiges issus de contextes à forte hétérogénéité chronoculturelle (tabl. 8), se distribuent sur une chronologie compatible avec trois des cinq traditions techniques considérées ici (fig. 8b et fig. 10) ? Peu de choses, si ce n'est que, au regard des données acquises via l'analyse typo-technologique de plusieurs gisements et assemblages dont la fiabilité a pu être démontrée

|   | Site                  | Département | Couche ou niveau | Référence de l'échantillon | Nature                     | Proposition d'attribution | Code laboratoire        | Résultat brut [BP] | Âge calibré à 95,4% [cal BP] IntCal20 | Lab.                  | Références                     |
|---|-----------------------|-------------|------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | Casseroles            | Dordogne    | na3              | FMNP91-ZIII-Q14            | éclat de percussion        | BR/Orville*               | Lyon-13949 (SacA-48956) | 17620 ± 100        | 21726-20966                           | Lyon/Saclay           | Ducasse <i>et al.</i> , 2020   |
| 2 | Pégourié              | Lot         | 8b               | K5-257                     | éclat de percussion        | BR ?                      | Lyon 13121 (SacA 45471) | 17680 ± 150        | 21912-20956                           | Lyon/Saclay           | Ducasse <i>et al.</i> , 2019a  |
| 3 | Le Petit Cloup Barrat | Lot         | c4               | PCB08 R70D d3 n°91         | éclat de percussion        | BR/Orville*               | Lyon-10856 (SacA-36272) | 17800 ± 80         | 21933-21370                           | Lyon/Saclay           | Chauvière <i>et al.</i> , 2017 |
| 4 | Reverdit              | Dordogne    | .                | .                          | éclat de percussion        | à déterminer**            | OxA-24940               | 17770 ± 90         | 21940-21236                           | Oxford                | Bourdier <i>et al.</i> , 2014  |
| 5 | Cap Blanc             | Dordogne    | .                | 61.3                       | éclat de percussion        | à déterminer**            | GifA-10083 (SacA-19714) | 17640 ± 160        | 21886-20911                           | Gif-sur-Yvette/Saclay | Bourdier <i>et al.</i> , 2014  |
| 6 | Le Petit Cloup Barrat | Lot         | c4               | PCB08 P72A d20 n°680       | préforme d'objet arciforme | M_LDDM ?                  | OxA-29408               | 17720 ± 90         | 21855-21094                           | Oxford                | Chauvière <i>et al.</i> , 2017 |

**Tabl. 8** – L'intervalle 22-21 cal. ka BP : un angle mort ? n°s 1 à 5 : datations sur éclats de bois de cervidé issus de plusieurs assemblages du Sud-Ouest français caractérisés par des mélanges entre industries badegouliennes et magdaléniennes ; n° 6 : datation directe de l'ébauche d'objet arciforme issu de la couche 4 du Petit Cloup Barrat (Lot). BR : Badegoulien récent ; M\_LDDM : Magdalénien à LDDM.\* Dans chacun des deux cas, les indices de production de type Orville-Bertonne restent ténus, limités à quelques fragments de lamelles compatibles (M. Langlais et S. Ducasse obs. pers.). \*\* Dans chacun des deux cas, aucun indice clair de Badegoulien récent ou d'assemblages à nucléus et lamelles Orville-Bertonne n'est documenté (Bourdier *et al.*, 2014).

**Table 8** – *Is the 22-21 cal. Ka BP time-span a blindspot? Nos. 1-5: directly-dated antler flakes coming from mixed assemblages (Badegoulian/Magdalenian) from southwestern France; no. 6: directly dated rough-out of an "arciform object" from Petit Cloup Barrat, layer 4 (Lot); \*: in both cases, evidence of Orville/Bertonne-type production is very scarce, limited to a few fragments of compatible bladelets (M. L. and S. D. personal observation); \*\*: in both cases, no clear evidence of Late Badegoulian or Orville/Bertonne-yielding assemblages are documented (Bourdier et al., 2014).*

(cf. Langlais *et al.*, ce volume b), l'hypothèse d'une association de ces objets avec la première phase de développement du Magdalénien à LDDM reste en suspens. De fait, si les modalités de production qui génèrent ce type de déchet (par ex. Pétillon et Averbouh, 2012) n'y ont jamais été formellement reconnues et décrites – l'usage du double rainurage y étant *a priori* quasi exclusif pour l'obtention de baguettes en bois de cervidé (Chauvière *et al.*, ce volume, Pétillon in Ducasse *et al.*, ce volume b) –, l'exception notable que constitue la séquence du Taillis des Coteaux complexifie le schéma construit jusqu'ici. Ailleurs strictement dissociés sur le plan chronologique (par ex. Pétillon et Ducasse, 2012, Chauvière *et al.*, 2017), rainurage et percussion sont aux Taillis des Coteaux conjointement documentés dans l'ensemble des niveaux à LDDM et à lamelles de type Orville (AG-IIIa à AG-IIIg), et ce dans des proportions variables (Houmard in Chauvière *et al.*, ce volume). Ajouté à la mixité originale des corpuslamellaires issus des niveaux AG-IIIc et AG-IIIf (dominante LDDM et rares lamelles Orville) et AG-IIIa et AG-IIIf (Houmard in Chauvière *et al.*, ce volume ; dominante MLD), la transcription de ces variations intra-site en un modèle généralisable à l'ensemble du Sud-Ouest français exige la poursuite de l'étude taphonomique des assemblages et la découverte de jalons supplémentaires.

Quoi qu'il en soit, l'existence de ces phases de recouvrement radiométriques, que seules des contraintes archéostratigraphiques établies et des arguments archéologiques clairs peuvent permettre de pondérer, devra conduire à plus de prudence dans l'interprétation

de certaines données. À ce titre, l'hypothèse d'une attribution au Badegoulien de l'ébauche d'objet arciforme découverte au sein de la couche 4 du Petit Cloup Barrat, formulée sur la base d'un âge statistiquement comparable à celui obtenu sur un éclat de bois de cervidé issu du même ensemble (Chauvière *et al.*, 2017), doit aujourd'hui être largement tempérée au vu (1) de l'ensemble des nouvelles données radiométriques présentées ici<sup>18</sup>, (2) des questions soulevées sur les limites de résolution du <sup>14</sup>C, mais aussi (3) des rapprochements possibles entre certains décors visibles sur les objets arciformes de la grotte du Placard (Charente ; fig. 2, n° 3)<sup>19</sup> et plusieurs motifs pariétaux ou mobiliers décrits à Lascaux (Leroi-Gourhan, 1979 ; Feruglio, en cours). L'hypothèse alternative d'une attribution de l'ébauche du Petit Cloup Barrat – et, par extension, de ce type d'objet – aux traditions techniques du Magdalénien à LDDM ne peut donc être exclue sur les bases radiométriques aujourd'hui disponibles (Chauvière *et al.*, ce volume).

Sans dévaluer l'intérêt de la datation directe de vestiges techniques ou d'objets finis – qui reste tout à fait pertinente, voire indispensable, dans un certain nombre de cas –, le bilan radiométrique présenté ici permet de redessiner les contours de son efficacité à l'échelle de la transition badegoulo-magdalénienne. Les angles morts chronologiques mis en évidence (intervalle 22-21 cal. ka BP), bien que partiellement compensés par une approche bayésienne soutenue par des restitutions archéostratigraphiques robustes, posent donc plusieurs problèmes, *a fortiori* lorsqu'il s'agit d'ouvrir la discussion à d'autres échelles géographiques.

### Quelle validité du modèle à l'échelle interrégionale ?

L'unité géographique du modèle chronologique synthétisé en figure 8b et en figure 10 était contrainte – corpus de comparaison compris – aux espaces pour lesquels nous disposions d'indices clairs d'occupations attribuables au Magdalénien à LDDM (fig. 1 ; Langlais *et al.*, ce volume b). Bien que le Badegoulien récent et le Magdalénien moyen ancien (phase 1 et phase 5 du modèle) soient bien représentés en dehors du bassin Aquitain (par ex. Sacchi, 1986 ; Bazile, 1989 ; Bodu et Senée, 2001 ; Bodu et Chehmana, 2008 ; Ducasse, 2010 ; Langlais, 2010 ; Bourdier *et al.*, 2017 ; Malgarini *et al.*, 2017 ; Rasilla Vives *et al.*, 2019 ; Béreiziat, 2020) et parfois clairement connectés avec tout ou partie des espaces considérés ici (par ex. Delvigne, 2016 ; Sécher, 2020 ; Peschaux, 2021), l'absence de séquences continues et contrôlées sur le plan taphonomique ne permet pas, en l'état de la documentation publiée, d'y reconstituer l'archéoséquence précise de la transition badegoulo-magdalénienne. Ainsi, alors que les données publiées permettant de démontrer l'existence du Magdalénien à LDDM (phase 3 du modèle) dans ces zones font aujourd'hui défaut, le Magdalénien à MLD (phase 4), clairement documenté au nord-ouest de l'Espagne (Cazals, 2005), l'est également dans quelques sites de plein air du sud du Bassin parisien (par ex. Thèmes, dans l'Yonne, récemment daté autour de 20,8-20,3 cal. ka BP : Le Brun-Ricalens et Brou, 2003 ; Malgarini *et al.*, 2017, note 8 ; ou la Croix de Bagneux, dans le Loir-et-Cher, locus 10, 13 et 18 : Angevin *et al.*, 2020 ; Thomas, 2022) et du Languedoc oriental (Fontgrasse, dans le Gard, situé dans un même intervalle chronologique ; 20,9-19,9 cal. ka BP : Bazile, 2006 ; Langlais, 2010). Enfin, constituant une phase autonome de notre modèle en référence aux données archéostratigraphiques recueillies au Taillis des Coteaux, les indices de production de type Orville-Bertonne (phase 2) alimentent, en dehors de cet espace de référence, des scénarios chronoculturels contradictoires, largement hérités de l'ancienneté et/ou de l'ambiguïté du registre archéologique. Ainsi, lorsqu'ils ne sont pas issus de collections de ramassage de surface hétérogènes (par ex. la Faye Godet : Lafarge, 2014 ; la Malignière : Demars, 1985 ; la Roncière : Soriano et Lechenet, 2000 ; Lassac-collection M.-L. Durand : Ducasse, 2010), ces indices sont généralement documentés en plein air, au sein (1) d'assemblages homogènes non datables, dépourvus de marqueurs strictement badegouliens (par ex. Seyresse : Ducasse et Langlais, 2008 ; Trocadéro : Chehmana *et al.*, 2010) et (2) d'assemblages attribués au Badegoulien récent à raclettes, comme c'est notamment le cas à Cabannes (Landes ; Ducasse et Langlais, 2008), sans possibilité de datation faute de vestiges organiques conservés, ou à Oisy (Nièvre ; Chehmana *et al.*, 2013), dans une chronologie située au cœur de l'angle mort que constitue aujourd'hui l'intervalle 22-21 cal. ka BP (Debout *et al.*, 2012). C'est en partie à ce même intervalle que renvoient les seuls âges SMA aujourd'hui disponibles

pour le Badegoulien récent méditerranéen, issus des fouilles menées par D. Sacchi sur le gisement de plein air de Lassac (Aude ; Sacchi, 1974 et 1986) : deux des trois dates définissant le cadre radiométrique du Badegoulien mis au jour dans le locus 1, obtenues par datation directe de deux éclats de bois de cervidé stratigraphiquement associés aux marqueurs badegouliens (Pétillon et Ducasse, 2012), recouvrent les bornes chronologiques proposées pour le Magdalénien à LDDM. Comment expliquer cet âge particulièrement récent, qui plus est en l'absence, au sein de l'industrie, de lamelles ou nucléus Orville-Bertonne<sup>20</sup> qui auraient pu alimenter l'hypothèse d'une mixité de l'industrie et amoindrir, à l'échelle du site, le caractère diagnostic des vestiges datés ? Doit-on en déduire le maintien tardif, en Languedoc, de traditions techniques éteintes quelques siècles plus tôt en Aquitaine, ou bien pondérer la fiabilité des âges <sup>14</sup>C obtenus ?

À peine esquissé ici, un tel bilan comparatif mériterait d'être approfondi à l'échelle de chaque ensemble géographique pour être pleinement signifiant. Reste que la diversité des situations qu'il révèle déjà semble difficile à systématiquement corrélérer avec l'hypothèse d'une pluralité régionale des trajectoires techniques et culturelles. Sans exclure cette éventualité – tout à fait plausible à certaines échelles géographiques – et en restant vigilants vis-à-vis d'éventuels biais de confirmation, il semble en l'état que l'impact cumulé de la nature et de la taphonomie des vestiges datés, du degré d'homogénéité des industries analysées et de la représentativité du registre archéologique disponible ne soit aujourd'hui pas suffisamment bien évalué pour permettre des interprétations archéostratigraphiques robustes en dehors du Sud-Ouest français. Les manques et incertitudes liés à l'état de la recherche correspondant sans doute aux facteurs les plus limitants, on ne peut que se réjouir de l'apport à venir de certaines découvertes récentes qui, à n'en pas douter, contribueront à (re-)structurer profondément certains cadres régionaux et à rééquilibrer les comparaisons (cf. site de plein air multistratifié de Bellegarde, Gard : Bovagne *et al.*, 2019)<sup>21</sup>. Face aux angles morts géographiques qui jalonnent aujourd'hui nos jeux de données, la valeur extra-régionale du modèle chronostratigraphique proposé ici demande à être testée à partir de modèles régionaux autonomes, fondés sur une interaction étroite entre archéologie, archéométrie et modélisation.

**Remerciements.** Nous adressons nos plus sincères remerciements à V. Mistrot (responsable des collections paléolithiques du musée d'Aquitaine), à C. Schwab, à D. Peschard et à M.-S. Larguère (respectivement conservatrice en chef du patrimoine responsable des collections paléolithiques et mésolithiques, responsable de la régie des collections et chargée de l'accueil des chercheurs au sein du musée d'Archéologie nationale), ainsi qu'à J.-J. Cleyet-Merle et à C. Cretin (respectivement ancien directeur du musée national de Préhistoire et responsable des collections du Paléolithique supérieur) pour les autorisations de prélèvement et l'aide précieuse apportée lors de l'accès aux collections de l'abri Houleau, de la grotte des Scilles et de la grotte de Lascaux. Ces recherches ont été menées dans le cadre des projets LAsCO (Langlais et Ducasse coord.)

et chronoculturelle DEX\_TER (S. Ducasse et M. Langlais coord.), financés respectivement par la direction régionale des affaires culturelles – DRAC de Nouvelle-Aquitaine et le LabEx LaScArBx (ANR-10-LABX-52). Nous remercions également le département de recherche Sciences archéologiques de l'université de Bordeaux ainsi que l'équipe H-Envi du laboratoire PACEA, pour le soutien financier apporté à la publication en

ligne des actes de la séance SPF dont est issu cet article. Enfin, que soient ici remerciés les deux relecteurs dont les commentaires ont permis de consolider significativement les résultats présentés ici en nous invitant à ajuster ou à préciser certains des choix méthodologiques et stratégiques réalisés initialement. Nous souhaitons également remercier C. Letourneux et C. Tardif pour le suivi éditorial.

## NOTES

1. C'est, à notre connaissance, à l'abri Houleau (Sainte-Florence, Gironde) que furent pour la première fois décrites, sous le vocable de «lamelles S» (pour lamelles «Sireix»), les LDDM. De fait, dès la fin des années 1950, M. Sireix et É. Tessier confèrent à ces éléments d'armature (Jacquier *et al.*, ce volume) une dimension chronoculturelle qui restera confidentielle et sera donc peu relayée en dehors des modèles évolutifs proposés par G. Laplace au cours des années 1960 (Ducasse *et al.*, ce volume b).
2. Les normes d'abréviation utilisées pour exprimer les milliers d'années calibrées («cal. ka BP») reprennent les préconisations de M. Kölling (2015 ; <https://www.sedgeochem.uni-bremen.de/kiloyears.html>).
3. Hors assemblages pour lesquels des doutes sur l'intégrité chronoculturelle pouvaient être soulevés, rappelons que le moment de transition entre Badegoulien et Magdalénien était, dans la première moitié des années 2000, communément fixé autour de 21-20,5 cal. ka BP (par ex. Ducasse et Langlais, 2007 ; Ducasse, 2010 ; Langlais, 2010 ; Langlais et Ducasse, 2013).
4. En dehors des deux datations contemporaines de la transition Dryas ancien-Bølling (11860 ± 60 BP, soit 13808-13585 cal. BP à 90,3 % ; Lyon-4712/SacA-9865) et de la fin du Dryas récent (10560 ± 60 BP, soit 12722-12469 cal. BP à 95,1 % ; Lyon-4834/SacA-10377) dont l'interprétation reste délicate (notons néanmoins l'absence de marqueurs techniques renvoyant aux traditions culturelles contemporaines et la fiabilité physico-chimique «moyenne» de ces résultats selon le laboratoire dateur).
5. Projet LabEx DEX\_TER «Lascaux au cœur d'un réseau culturel inédit à la fin du Pléniglaciaire ? Les industries à lamelles à dos DEXtre marginal dans leur TERritoire» (S. Ducasse et M. Langlais coord., 2018-2021).
6. Rappelons néanmoins que cette absence peut tout à fait résulter d'un biais d'échantillonnage au moment de la fouille, comme cela a pu être démontré dans le cas de l'abri des Harpons également fouillé par R. de Saint-Périer (Ducasse *et al.*, 2017). Il reste que dans ce dernier cas la composante badegoulienne, «résidualisée» par les méthodes de fouille, est bel et bien présente au sein des assemblages ; suivant cette logique, l'absence *totale* de vestiges compatibles avec le Badegoulien aux Scilles pourrait être significative de l'absence réelle d'occupations badegouliennes dans la grotte.
7. Voir également – et entre autres – les travaux menés dans le cadre du projet ANR MAGDATIS (J.-M. Pétillon et V. Laroulandie coord.), du PCR «Chronologie absolue du Magdalénien en Poitou-Charentes» (L. Brou, J. Primault et J. Airvaux coord.), du projet ANR PaleoCet «The exploitation of whales in the Palaeolithic of Atlantic Europe» (J.-M. Pétillon et A. Zazzo coord.) ou encore du projet SolAr «L'armement solutréen en quelques dates» (C. Renard et S. Ducasse coord.).
8. Hypothèse compatible avec le rajeunissement probable du résultat obtenu pour ECH2\_D39\_280.
9. [https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal3/arch\\_cmb.htm#radiocarbon](https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal3/arch_cmb.htm#radiocarbon)
10. Précisons qu'au moment où nous écrivons ces lignes, la datation des assemblages badegouliens est en cours dans le cadre du programme ARTEMIS CNRS 2022, et ce à partir de vestiges fauniques coordonnés dans un secteur qui, mal localisé en plan, montre un développement important de l'ensemble inférieur (Ducasse *et al.*, ce volume b).
11. Projet LAsCO «Lascaux reconnu ? Contextualisation des sols paléolithiques de la cavité» (M. Langlais et S. Ducasse coord., 2018-2021).
12. La terminologie anglophone sera utilisée pour que le lecteur puisse retrouver ces paramètres dans OxCal.
13. Une variation du modèle contigu, nommé «Trapezoidal Model» (Lee et Bronk Ramsey, 2012), permet l'intégration d'une variable de recouvrement entre *phases*. Ce type de modèle est adapté à de nombreux cas archéologiques où l'on voit, parallèlement à la disparition progressive d'une tradition technique, une autre tradition se développer jusqu'à lui succéder complètement. Bien que nous ne souhaitons pas imposer de recouvrement dans la mesure où aucun indice archéologique ne permet dans notre cas de documenter ce type de phénomène à l'échelle géographique considérée, nous avons procédé, pour comparaison, à ce type de modélisation. Les résultats obtenus montrent que les intervalles de transition entre phases ne diffèrent pas statistiquement par rapport au modèle contigu.
14. Notons qu'en supprimant de l'analyse les *outliers* uniquement situés au-delà du seuil de 25 % – option permettant de conserver les datations de la Contrée Viallet –, les résultats obtenus ne varient que très marginalement (annexes 6 à 8).
15. <https://chronomodel.com/>
16. [https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal3/arch\\_str.htm#sequence](https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal3/arch_str.htm#sequence)
17. Nécessaire à large échelle afin d'identifier certaines tendances et afin d'évaluer le degré de congruence entre changements techniques et changements environnementaux (par ex. pour le Paléolithique récent du Sud-Ouest français : Pétillon *et al.*, 2016 ; Laroulandie *et al.*, 2017 ; Banks *et al.*, 2019), cette mise en relation nous semble ici hors d'atteinte compte tenu du degré de résolution de nos méthodes de datation (cf. *infra*).
18. Rappelons que cette hypothèse fut proposée à un moment où les industries à LDDM ne disposaient d'aucun repère radiométrique fiable.
19. Il n'existe à notre connaissance aucune mention publiée de la découverte éventuelle d'objets arciformes (ou de

- déchets techniques liés à leur fabrication) lors des fouilles conduites sous la direction de J. Clottes au Placard (1991-1993, 1995 : Clottes *et al.*, 2010).
20. Rappelons qu'ils sont par ailleurs documentés au sein des collections de surface (cf. *supra* et Ducasse, 2010).
  21. Une présentation détaillée de la séquence et des industries paléolithiques de Bellegarde a par ailleurs été proposée dans le cadre de la séance SPF dont découle le présent ouvrage : Fourloubey C., Mourre V. (2021) – Le Languedoc

entre 21800 et 19800 cal. BP : les deux ensembles du Magdalénien inférieur de la séquence inédite de Bellegarde (Gard), in S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles de la fin du Dernier Maximum glaciaire*, Séance de la Société préhistorique française (visioconférence, 28 avril 2021). Voir : <https://www.canal-u.tv/chaines/spf/recontextualiser-lascaux-a-la-lueur-des-traditions-culturelles-de-la-fin-du-dernier-4>

## DONNÉES SUPPLÉMENTAIRES

BARSHAY-SZMIDT C., LANOS P., DUCASSE S., LANGLAIS M., BROU L., MADELAINE S., MALLYE J.-B., PÉTILLON J.-M., PRIMAUL J. – Les contours chronologiques du Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal (LDDM) dans le Sud-Ouest français. Synthèse radiométrique et modélisations bayésiennes comparées (OxCal & ChronoModel) / *Improving the chronological framework of LDDM-yielding Magdalenian assemblages of SW France: Reviewing the radiocarbon evidence and comparative Bayesian modelling with OxCal and ChronoModel*

ID collection : <https://nakala.fr/collection/10.34847/nkl.fabc4mp0>

**Annexe 1** – Synthèse complète des datations SMA obtenues pour les assemblages à LDDM issus de fouilles anciennes (1923-1974)

**Annex 1** – Comprehensive summary of AMS 14C dates obtained for LDDM-yielding Lower Magdalenian assemblages from older excavations (1923-1974)

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.2abe55q4>

**Annexe 2** – Synthèse des datations SMA obtenues pour les assemblages à LDDM du Taillis des Coteaux

**Annex 2** – Summary of AMS 14C dates obtained for LDDM-yielding Lower Magdalenian assemblages from Taillis des Coteaux

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.0a02j3jk>

**Annexe 3** – Stratégie de sélection du corpus de datations SMA utilisées pour réaliser les modélisations chronologiques

**Annex 3** – Selection strategy followed to build the AMS radiocarbon database used in the chronological modelling

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.da01jvku>

**Annexe 4** – Valeurs aberrantes au seuil de 5 % par le logiciel OxCal et ChronoModel

**Annex 4** – Outliers at the 5% threshold detected by OxCal and ChronoModel

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.aea8yz76>

**Annexe 5** – Modélisation OxCal, valeurs aberrantes comprises

**Annex 5** – OxCal modeling, including outliers

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.7cf589zo>

**Annexe 6** – Modélisation OxCal, hors valeurs aberrantes

**Annex 6** – OxCal modeling, excluding outliers

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.d599m8xx>

**Annexe 7** – Représentation graphique de la modélisation OxCal, hors valeurs aberrantes

**Annex 7** – Graphical view of OxCal modeling, excluding outliers

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.ecf1p8ho>

**Annexe 8** – Code CQL OxCal, valeurs aberrantes de probabilité  $\geq$  à 25 % exclus

**Annex 8** – OxCal CQL code without outliers with probability  $\geq$  25%

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.d64d7x67>

**Annexe 9** – Code CQL OxCal, valeurs aberrantes de probabilité  $\geq$  à 10 % exclus

**Annex 9** – OxCal CQL code without outliers with probability  $\geq$  10%

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.d91e31p0>

**Annexe 10** – Modélisation ChronoModel

**Annex 10** – Model produced by ChronoModel

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.0473by8f>

**Annexe 11** – Script ChronoModel

**Annex 11** – ChronoModel script

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.a94dk5v4>

**Annexe 12** – Aperçu du recouvrement chronologique entre Badegoulien récent, industries à nucléus Orville-Bertonne et Magdalénien à LDDM (IntCal20)

**Annex 12** – Chronological overlap between Late Badegoulian, Orville/Bertonne cores-yielding industries and LDDM-yielding Magdalenian according to the IntCal20 calibration curve

DOI : <https://doi.org/10.34847/nkl.57baiy79>

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANGEVIN R., MEVEL L., CARON-LAVIOLETTE E., KILDÉA F., SOUFFI B. (2020) – Les occupations magdaléniennes de la Croix de Bagneux, à Mareuil-sur-Cher (Loir-et-Cher). Premiers résultats et perspectives paléthnographiques, in L. G. Straus et M. Langlais (dir.), *Magdalenian Chrono-Stratigraphic Correlations and Cultural Connections between Cantabrian Spain and Southwest France...and beyond*, actes du 18<sup>e</sup> congrès de l'UISPP (Paris, 4-9 juin 2018), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 15), p. 251-273, [https://www.prehistoire.org/offres/doc\\_inline\\_src/515/12\\_angevin\\_SE9ance%2B15%2BHD\\_p251-273.pdf](https://www.prehistoire.org/offres/doc_inline_src/515/12_angevin_SE9ance%2B15%2BHD_p251-273.pdf)
- ALLAIN J. (1979) – L'industrie lithique et osseuse de Lascaux, in Ar. Leroi-Gourhan et J. Allain (dir.), *Lascaux inconnu*, Paris, éditions du CNRS (*Gallia Préhistoire*, supplément 12), p. 87-120.
- AUJOULAT N. (2004) – *Lascaux : le geste, l'espace et le temps*, Paris, Seuil (Arts rupestres), 273 p.
- AUJOULAT N., CLEYET-MERLE J.-J., GAUSSEN J., TISNERAT N., VALLADAS H. (1998) – Approche chronologique de quelques sites ornés paléolithiques du Périgord par datation carbone 14, en spectrométrie de masse par accélérateur, de leur mobilier archéologique, *PALEO*, 10, p. 319-323.
- ARAMBOUROU R. (1970) – Un campement protosolutréen à Seyresse (Landes), *Bulletin de la Société de Borda*, 337, p. 1-9.
- BALOUT L. (1958) – L'abri André-Ragout au Bois-du-Roc (Vilhonneur, Charente), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 55, 9, p. 589-627.
- BANKS W. E., BERTRAN P., DUCASSE S., KLARIC L., LANOS P., RENARD C., MESAM. (2019) – An Application of Hierarchical Bayesian Modeling to Better Constrain the Chronologies of Upper Paleolithic Archaeological Cultures in France between ca. 32,000-21,000 Calibrated Years Before Present, *Quaternary Science Reviews*, 220, p. 188-214.
- BARSHAY-SZMIDT C., COSTAMAGNO S., HENRY-GAMBIER D., LAROULANDIE V., PÉTILLON J.-M., BOUDADI-MALIGNE M., KUNTZ D., LANGLAIS M., MALLYE J.-B. (2016) – New Extensive Focused AMS <sup>14</sup>C Dating of the Middle and Upper Magdalenian of the Western Aquitaine/Pyrenean Region of France (ca. 19-14 ka cal BP): Proposing a New Model for Its Chronological Phases and for the Timing of Occupation, *Quaternary International*, 414, p. 62-91.
- BAUMANN M., HINGUANT S. (2016) – L'industrie osseuse solutréenne de la Grotte Rochefort (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne, France), *PALEO*, 27, p. 43-63.
- BAUMANN M., MAURY S. (2013) – Ideas no Longer Written in Antler, *Journal of Archaeological Science*, 40, 1, p. 601-614.
- BAYLISS A. (2015) – Quality in Bayesian Chronological Models in Archaeology, *World Archaeology*, 47, 4, p. 677-700.
- BAZILE F. (1989) – Le Magdalénien dans le sud-est de la France, in J.-P. Mohen (dir.), *Le Temps de la Préhistoire*, tome 1, actes du 23<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France (Paris, 3-6 novembre 1989), Paris, Société préhistorique française et Dijon, Archéologia, p. 318-319.
- BAZILE F. (2006) – Datations du site de Fontgrasse (Vers-Pont-du-Gard, Gard). Implications sur la phase ancienne du Magdalénien en France méditerranéenne, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103, 3, p. 597-625.
- BECK L., CAFFY I., DELQUÉ-KOLIČ E., DUMOULIN J.-P., GOULAS C., HAIN S., MOREAU C., PERRON M., SETTI V., SIEUDAT M., THELLIER B. (2023) – 20 Years of AMS <sup>14</sup>C Dating Using the ARTEMIS Facility at the LMC14 National Laboratory: Review of Service and Research Activities, *Radiocarbon*, doi:10.1017/RDC.2023.23
- BÉREIZIAT G. (2020) – Par-delà les frontières. Discussion autour des «oscillations» des cadres chronoculturels du Magdalénien entre Rhône et Danube, in L. G. Straus et M. Langlais (dir.), *Magdalenian Chrono-Stratigraphic Correlations and Cultural Connections between Cantabrian Spain and Southwest France...and beyond*, actes du 18<sup>e</sup> congrès de l'UISPP (Paris, 4-9 juin 2018), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 15), p. 163-184, [https://www.prehistoire.org/offres/doc\\_inline\\_src/515/08\\_bereizat\\_SE9ance%2B15%2BHD\\_p163-184.pdf](https://www.prehistoire.org/offres/doc_inline_src/515/08_bereizat_SE9ance%2B15%2BHD_p163-184.pdf)
- BETA ANALYTIC (2022) – Beta Analytic Standard Pretreatment Protocols, <https://www.radiocarbon.com/pretreatment-carbon-dating.htm>
- BILLARD C. (2008) – Le programme ARTEMIS : nouvel outil pour la datation radiocarbone AMS (spectromètre de masse par accélérateur) et nouvelles problématiques, *In Situ. Revue des patrimoines*, 9, <http://journals.openedition.org/insitu/3342>
- BODU P., CHEHMANA L. (2008) – Le Badegoulien du Bassin parisien présente-t-il des «caractères régressifs»? Réflexions à partir de l'étude du gisement de plein air du

- Mont-Saint-Aubin à Oisy (Nièvre, France), in T. Aubry, F. Almeida, A. C. Araujo, M. Tiffagom (dir.), *Space and Time: Which Diachronies, Which Synchronies, Which Scales? Typology vs Technology*, actes du 15<sup>e</sup> congrès de l'UISPP, session C65 (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Oxford, Archaeopress (BAR International Series, 1831), p. 167-176.
- BODU P., SENÉE A. (2001) – Le gisement «badegoulien» du Mont-Saint-Aubin, à Oisy (Nièvre, 58), *Archéologie en Haut-Nivernais, Vaux d'Yonne Archéologie*, 19, p. 3-59.
- BODU P., CHEHMANA L., CRETIN C., DUCASSE S., LANGLAIS M. (2007a) – *Le Dernier Maximum glaciaire et après... en France et en Espagne. Synthèses régionales et réflexions autour de la diversité des cultures matérielles de 19000 à 14000 BP*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (Toulouse, 9 décembre 2006), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 104, 4, p. 664-824.
- BODU P., CHEHMANA L., DEBOUT G. (2007b) – Le Badegoulien de la moitié nord de la France. Un état des connaissances, in P. Bodu, L. Chehmana, C. Cretin, S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Le Dernier Maximum glaciaire et après... en France et en Espagne. Synthèses régionales et réflexions autour de la diversité des cultures matérielles de 19000 à 14000 BP*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (Toulouse, 9 décembre 2006), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 104, 4, p. 661-680.
- BORDES F. (1961) – Informations archéologiques de la circonscription de Bordeaux, *Gallia Préhistoire*, 4, p. 233-241.
- BOURDIER C., PÉTILLON J.-M., CHEHMANA L., VALLADAS H. (2014) – Contexte archéologique des dispositifs pariétaux de Reverdit et de Cap-Blanc : nouvelles données, in P. Paillet (dir.), *Les arts de la Préhistoire : micro-analyses, mises en contexte et conservation*, actes du colloque «Micro-analyses et datations de l'art préhistorique dans son contexte archéologique» (Paris, 16-18 novembre 2011), Les Eyzies-de-Tayac, Musée national de préhistoire (PALEO, numéro spécial), p. 285-294.
- BOURDIER C., LENOIR M., MALGARINI R., MEVEL L., PAILLET P., PINÇON G. (2017) – Trente ans après Allain *et al.*, que sont devenus les gisements de référence ? in C. Bourdier, L. Chehmana, R. Malgarini et M. Poltowicz-Bobak (dir.), *L'essor du Magdalénien. Aspects culturels, symboliques et techniques des faciès à Navettes et à Lussac-Angles*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (Besançon, 17-19 octobre 2013), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 8), p. 33-54.
- BOVAGNE M., BOUCHET M., COLONGE D., CRAVINHOS., FOURLOUBEY C., GASNIER M., JALLET F., MOURRE V., OTT M., RATSIMBA A., VINCENT G. (2019) – Bellegarde, Piechegu ouest 2, in *Bilan scientifique de la région Occitanie 2016*, direction régionale des affaires culturelles, service régional de l'archéologie, Montpellier et Toulouse, p. 128-133.
- BROCK F., HIGHAM T., DITCHFIELD P., RAMSEY C. B. (2010) – Current Pretreatment Methods for AMS Radiocarbon Dating at the Oxford Radiocarbon Accelerator Unit (ORAU), *Radiocarbon*, 52, 1, p. 103-112.
- BRONK RAMSEY C. (1995) – Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program, *Radiocarbon*, 37, 2, p. 425-430.
- BRONK RAMSEY C. (2009a) – Bayesian Analysis of Radiocarbon Dates, *Radiocarbon*, 51, 1, p. 337-360.
- BRONK RAMSEY C. (2009b) – Dealing with Outliers and Offsets in Radiocarbon Dating, *Radiocarbon*, 51, 3, p. 1023-1045.
- BRONK RAMSEY C. (2021) – *OxCal 4.4 manual*, [https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcalhelp/hlp\\_contents.html](https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcalhelp/hlp_contents.html)
- BROU L. (2006) – Protocole de datation d'objets manufacturés en matière dure animale, in D. Sacchi et M. Langlais (dir.), *Chronologie et faciès du Magdalénien méditerranéen*, rapport de PCR, service régional d'archéologie Languedoc-Roussillon, Montpellier, p. 5-10.
- BROU L., PRIMAULT J. (2002) – Des indices magdaléniens «anciens» dans le Bassin parisien ? Le Taillis des Coteaux et Thèmes, aperçu sur deux ensembles aux caractères originaux, in P. Bodu, L. Klaric et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien au centre et au sud du Bassin parisien. Des systèmes techniques aux comportements*, rapport de PCR, service régional de l'archéologie de Bourgogne, Dijon, p. 41-55.
- CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., L'HOMME X., CAMUS H. (2006) – Un nouveau gisement du Paléolithique supérieur récent : le Petit Cloup Barrat (Cabrerets, Lot, France), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103, 2, p. 263-273.
- CAZALS N. (2005) – Le début du Magdalénien de part et d'autre des Pyrénées. Quelques réflexions au travers des techniques de taille et des modes d'exploitation des ressources, in J. Jaubert et M. Barbaza (dir.), *Territoires, déplacements, mobilité, échanges pendant la Préhistoire : terres et hommes du Sud*, actes du 126<sup>e</sup> congrès du CTHS (Toulouse, 9-14 avril 2001), Paris, éditions du CTHS, p. 295-309.
- CHAUVIÈRE F.-X., CASTEL J.-C., L'HOMME X., CAMUS H., LANGLAIS M., DAULNY L., DEFOIS B., DUCASSE S., MORALA A., RENARD C., TURQ A. (2008) – Ein neuer Fundort aus dem späten Jungpaläolithikum in Südwestfrankreich: Le Petit Cloup Barrat (Cabrerets, Lot), *Quartar*, 55, p. 159-163.
- CHAUVIÈRE F.-X., CASTEL J.-C., DUCASSE S., LANGLAIS M., RENARD C. (2017) – L'attribution chronoculturelle des «objets arciformes» du Paléolithique supérieur : apports de la datation directe de l'ébauche du Petit Cloup Barrat (Cabrerets, Lot, France) et discussion autour de l'hypothèse badegoulienne, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 114, 4, p. 619-635.
- CHAUVIÈRE F.-X., BORAO ÁLVAREZ M.I., HOUMARD C., PESCHAUX C., PÉTILLON J.-M. (ce volume) – Industries et parures sur matières dures d'origine animale à l'aube du Magdalénien (21,5-20,5 cal. ka BP), in S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles de la fin du Dernier Maximum glaciaire*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (visioconférence, 28 avril 2021), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 25), 2026, p. 135-162.

- CHEHMANA L. (2011) – La méthode Orville : une invention badegoulienne ? *Bulletin de la Société préhistorique française*, 108, 1, p. 7-25.
- CHEHMANA L., HOLZEM N., PELEGRIN J., BAZIN P. (2010) – La fonction des pièces de la Bertonne : un problème en partie résolu, *PALEO*, 21, p. 65-102.
- CHEHMANA L., DEBOUT G., BODU P. (2013) – Discussion sur l'attribution chronoculturelle de quelques industries à pièces carénées du sud du Bassin parisien, in P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano et N. Teyssandier (dir.), *Le Paléolithique supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Réflexions et synthèses à partir d'un projet collectif de recherche sur le centre et le sud du Bassin parisien*, actes de colloque (Sens, 15-18 avril 2009), Paris, Société préhistorique française (Mémoires, 56), p. 160-171.
- CHEYNIER A. (1965) – *L'abri Lachaud à Terrasson (Dordogne)*, Paris, Presses universitaires de France (Préhistoire, 16), 120 p.
- CLOTTES J., DUPORT L., FERUGLIO V., LE GUILLOU Y. (2010) – La grotte du Placard à Vilhonneur (Charente, fouilles 1990-1995), in J. Buisson-Catil et J. Primault (dir.), *Préhistoire entre Vienne et Charente. Hommes et sociétés du Paléolithique*, Chauvigny, Association des publications chauvinoises (Mémoires, 38), p. 345-358.
- DALEAU F. (1909) – Silex à retouches anormales de la station de le Bertonne ou la Rousse, commune de Peujard, Gironde, *Société archéologique de Bordeaux*, 31, 1, p. 31-48.
- DEBOUT G., OLIVE M., BIGNON O., BODU P., CHEHMANA L., VALENTIN B. (2012) – The Magdalenian in the Paris Basin: New Results, *Quaternary International*, 272-273, p. 176-190.
- DELVIGNE V. (2016) – *Géoressources et expressions technoculturelles dans le sud du Massif central au Paléolithique supérieur. Des déterminismes et des choix*, thèse de doctorat, université de Bordeaux 1, Talence, 1287 p.
- DEMARS P.-Y. (1985) – La station de plein air magdalénienne de la Malignère, commune de Crozant (Creuse), *Documents d'archéologie creusoise*, 1, p. 27-39.
- DENHAM T., RAMSEY C. B., SPECHT J. (2012) – Dating the Appearance of Lapita Pottery in the Bismarck Archipelago and Its Dispersal to Remote Oceania, *Archaeology in Oceania*, 47, 1, p. 39-46.
- DUCASSE S. (2004) – *Produire des lames et des lamelles au Badegoulien, technologie et économie : analyse préliminaire d'ensembles lithiques du Badegoulien méridional*, mémoire de DEA, université de Toulouse-le Mirail, Toulouse, 67 p.
- DUCASSE S. (2010) – *La « parenthèse » badegoulienne : fondements et statut d'une discordance industrielle au travers de l'analyse techno-économique de plusieurs ensembles lithiques méridionaux du Dernier Maximum glaciaire*, thèse de doctorat, université de Toulouse-Le Mirail, Toulouse, 442 p.
- DUCASSE S. (2012) – What is Left of the Badegoulian "Interlude"? New Data on Cultural Evolution in Southern France between 23,500 and 20,500 cal. BP, *Quaternary International*, 272-273, p. 150-165.
- DUCASSE S., LANGLAIS M. (2007) – Entre Badegoulien et Magdalénien, nos cœurs balancent... Approche critique des industries lithiques du sud de la France et du Nord-Est espagnol entre 19000 et 16500 BP, in P. Bodu, L. Chehmana, C. Cretin, S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Le Dernier Maximum glaciaire et après... en France et en Espagne. Synthèses régionales et réflexions autour de la diversité des cultures matérielles de 19000 à 14000 BP*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (Toulouse, 9 décembre 2006), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 104, 4, p. 771-786.
- DUCASSE S., LANGLAIS M. (2008) – Interprétation technologique et discussion autour du statut culturel des « pièces de la Bertonne ». L'exemple de la série lithique de Seyresse (Landes, France), *PALEO*, 20, p. 59-88.
- DUCASSE S., LANGLAIS M. (2019) – Twenty Years on, a New Date with Lascaux. Reassessing the Chronology of the Cave's Paleolithic Occupations through New <sup>14</sup>C AMS Dating, *PALEO*, 30, p. 130-147.
- DUCASSE S., CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., LANGLAIS M., CAMUS H., MORALA A., TURQ A. (2011) – Le Quercy au cœur du dernier maximum glaciaire, *PALEO*, 22, p. 101-154.
- DUCASSE S., PÉTILLON J.-M., RENARD C. (2014) – Le cadre radiométrique de la séquence solutréo-badegoulienne du Cuzoul de Vers : lecture critique et compléments, *PALEO*, 25, p. 37-58.
- DUCASSE S., RENARD C., PÉTILLON J.-M., COSTAMAGNO S., FOUCHER P., FOUCHER C., CAUX S. (2017) – Les Pyrénées au cours du Dernier Maximum glaciaire. Un no man's land badegoulien ? Nouvelles données sur l'occupation du piémont pyrénéen à partir du réexamen des industries solutréennes de l'abri des Harpons (Lespugue, Haute-Garonne), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 114, p. 257-294.
- DUCASSE S., PÉTILLON J.-M., CHAUVIÈRE F.-X., RENARD C., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F., MUTH X. (2019a) – Archaeological Recontextualization and First Direct <sup>14</sup>C Dating of a "Pseudo-Excise" Decorated Antler Point from France (Pégourié Cave, Lot). Implications on the Cultural Geography of Southwestern Europe during the Last Glacial Maximum, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 23, p. 592-616.
- DUCASSE S., RENARD C., BAUMANN M., CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., PESCHAUX C., PÉTILLON J.-M. (2019b) – Pour une paléontologie du pauvre : apports des séquences du sud-ouest de la France à la définition des comportements techno- et socio-économiques lors de la transition solutréo-badegoulienne, in C. Montoya, J.-P. Fagnart et J.-L. Lochet (dir.), *Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest : mobilités, climats et identités culturelles*, tome 2 *Paléolithique supérieur ancien, Paléolithique final, Mésolithique*, actes du 28<sup>e</sup> Congrès préhistorique de France (Amiens, 30 mai-4 juin 2016), session 2, Paris, Société préhistorique française, p. 117-140.
- DUCASSE S., PÉTILLON J.-M., AUBRY T., CHAUVIÈRE F.-X., CASTEL J.-C., DETRAIN L., LANGLAIS M., MORALA A., BANKS W. E., LENOBLE A. (2020) – The Abri Casserole (Dordogne, France): Reassessing the <sup>14</sup>C Chronology of a Key Upper

- Paleolithic Sequence in Southwestern France, *Radiocarbon*, 62, 5, p. 1237-1260.
- DUCASSE S., CHAUVIÈRE F.-X., PÉTILLON J.-M. (2021) – Breaking Bad? Discarding the Solutrean Norms: Chronology, Evolution and Geographical Extent of the Badegoulian Phenomenon in Western Europe, *Quaternary International*, 581-582, p. 61-83.
- DUCASSE S., CHAUVIÈRE F.-X., PÉTILLON J.-M., LANGLAIS M., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F. (ce volume a) – Le Badegoulien à lamelles à dos dextre maginal (LDDM) : racine du phénomène technique ou télescopage stratigraphique ? in S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles de la fin du Dernier Maximum glaciaire*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (visioconférence, 28 avril 2021), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 25), 2026, p. 253-300.
- DUCASSE S., MALLYE J.-B., PÉTILLON J.-M., DELVIGNE V., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F., SÉCHER A., avec la collaboration de S. KRENTNER (ce volume b) – Une occasion manquée ? L'abri Houleau (Sainte-Florence, Gironde), un jalon oublié de la reconnaissance du Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal (LDDM), in S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles de la fin du Dernier Maximum glaciaire*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (visioconférence, 28 avril 2021), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 25), 2026, p. 191-252.
- DUMOULIN J.-P., COMBY-ZERBINO C., DELQUÉ-KOLIĆ E., MOREAU C., CAFFY I., HAIN S., PERRON M., THELLIER B., SETTI V., BERTHIER B., BECK L. (2017) – Status Report on Sample Preparation Protocols Developed at the LMC14 Laboratory, Saclay, France: From Sample Collection to  $^{14}\text{C}$  AMS Measurement, *Radiocarbon*, 59, 3, p. 713-726.
- EHLERS J., GIBBARD P.L., HUGHES P.D. (2011) – *Quaternary Glaciations. Extent and Chronology: A Closer Look*, Amsterdam, Elsevier (Developments in Quaternary Science, 15), 1128 p.
- FAT CHEUNG C. (2015) – *L'Azilien pyrénéen parmi les sociétés du Tardiglaciaire ouest-européen : apport de l'étude des industries lithiques*, thèse de doctorat, université de Toulouse-le Mirail, Toulouse, 437 p.
- GELLIBERT B., MERLET J.-C. (2001) – Le gisement badegoulien de Cabannes (commune de Brocas-les-Forges, Landes), *Archéologie des Pyrénées occidentales et des Landes*, 20, p. 81-104.
- GENESTE J.-M. (2010) – Le Solutréen, in J. Clottes (dir.), *La France préhistorique. Un essai d'histoire*, Paris, Gallimard (NRF Essais), p. 170-201.
- GENTY D., KONIK S., VALLADAS H., BLAMART D., HELLSTROM J., TOUMA M., MOREAU C., DUMOULIN J.-P., NOUET J., DAUPHIN Y., WEIL R. (2011) – Dating the Lascaux Cave Gour Formation, *Radiocarbon*, 53, 3, p. 479-500.
- GIOÉ A. (2012) – *Étude typotechnologique du débitage lamellaire du niveau AG-IIIc de la grotte du Taillis des Coteaux, à Antigny (Vienne)*, mémoire de master 1, université de Toulouse-le Mirail, Toulouse, 118 p.
- GLORY A. (2008) – *Les recherches à Lascaux (1952-1963). Documents recueillis et présentés par Brigitte et Gilles Delluc*, Paris, éditions du CNRS (*Gallia Préhistoire*, supplément 39), 204 p.
- GOSLAR T. (2015) – Description of Procedures of AMS  $^{14}\text{C}$  Dating Used in the Poznań Radiocarbon Laboratory, [https://radiocarbon.pl/wp-content/uploads/2018/07/procedure\\_ams\\_prl.doc](https://radiocarbon.pl/wp-content/uploads/2018/07/procedure_ams_prl.doc)
- GRUBERT M. (2021) – *Le Magdalénien moyen et supérieur aux contreforts du Massif central : essai de synthèse à partir des industries lithiques des gisements de la vallée de l'Aveyron (Lafaye, Pénovaiure, Montrastruc, Fontalès) et étude comparée avec un gisement de la vallée de la Dordogne (Combe-Cullier)*, thèse de doctorat, université de Toulouse Jean- Jaurès, Toulouse, 326 p.
- HAMILTON W. D., KRUS A. M. (2018) – The Myths and Realities of Bayesian Chronological Modeling Revealed, *American Antiquity*, 83, 2, p. 187-203.
- HIGHAM T. F. G., JACOBI R. M., BRONK RAMSEY C. (2006) – AMS Radiocarbon Dating of Ancient Bone Using Ultrafiltration, *Radiocarbon*, 48, 2, p. 179-195.
- JACQUIER J., LANGLAIS M., DUCASSE S. (ce volume) – Les lamelles à dos dextre marginal : enquête technofonctionnelle sur un nouveau marqueur technique et chronologique, in S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles de la fin du Dernier Maximum glaciaire*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (visioconférence, 28 avril 2021), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 25), 2026, p. 109-134.
- LAFARGE A. (2014) – *Entre plaine et montagne : techniques et cultures du Badegoulien du Massif central, de l'Allier au Velay*, thèse de doctorat, université de Montpellier 3, Montpellier, 686 p.
- LANGLAIS M. (2007) – *Dynamiques culturelles des sociétés magdaléniennes dans leurs cadres environnementaux : enquête sur 7000 ans d'évolution de leurs industries lithiques entre Rhône et Ebre*, thèse de doctorat, université de Toulouse-le Mirail, Toulouse et université de Barcelone, Barcelone, 548 p.
- LANGLAIS M. (2010) – *Les sociétés magdaléniennes de l'isthme pyrénéen*, Paris, éditions du CTHS (Documents préhistoriques, 26), 336 p.
- LANGLAIS M. (2020) – Des segments chronoculturels au modèle archéo-stratigraphique du Magdalénien dans le Sud-Ouest français (21000-16000 cal. BP), in L. G. Straus et M. Langlais (dir.), *Magdalenian Chrono-Stratigraphic Correlations and Cultural Connections between Cantabrian Spain and Southwest France...and beyond*, actes du 18<sup>e</sup> congrès de l'UISPP (Paris, 4-9 juin 2018), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 15), p. 109-135, [https://www.prehistoire.org/offres/doc\\_inline\\_src/515/06\\_Langlais\\_SE9ance%2B15%2BHD\\_p109-135..pdf](https://www.prehistoire.org/offres/doc_inline_src/515/06_Langlais_SE9ance%2B15%2BHD_p109-135..pdf)
- LANGLAIS M., DUCASSE S. (2013) – Badegoulien versus Magdalénien. II Le Magdalénien inférieur quercinois, in

- M. Jarry, J.-P. Brugal et C. Ferrier (dir.), *Modalités d'occupation et exploitation des milieux au Paléolithique dans le sud-ouest de la France : l'exemple du Quercy*, actes de la session C67 du 15<sup>e</sup> congrès de l'IUSPP (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), Les Eyzies-de-Tayac, SAMRA (*PALEO*, supplément 4), p. 379-394.
- LANGLAIS M., LADIER E., CHALARD P., JARRY M., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F. (2007) – Aux origines du Magdalénien «classique» : les industries de la séquence inférieure de l'abri Gandil (Bruniquel, Tarn-et-Garonne), *PALEO*, 19, p. 341-366.
- LANGLAIS M., PÉTILLON J.-M., ARCHAMBAULT DE BEAUNE S., CATTELAÏN P., CHAUVIÈRE F.-X., LETOURNEUX C., SZMIDT C., BELLIER C., BEUKENS R., DAVID F. (2010) – Une occupation de la fin du Dernier Maximum glaciaire dans les Pyrénées : le Magdalénien inférieur de la grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 107, 1, p. 5-51.
- LANGLAIS M., LAROULANDIE V., COSTAMAGNO S., PÉTILLON J.-M., MALLYE J.-B., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F., BOUDADI-MALIGNE M., BARSHAY-SZMIDT C., MASSET C., PUBERT E., RENDU W., LENOIR M. (2015) – Premiers temps du Magdalénien en Gironde. Réévaluation des fouilles Trécolle à Saint-Germain-la-Rivière (France), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 112, 1, p. 5-58.
- LANGLAIS M., SÉCHER A., LAROULANDIE V., MALLYE J.-B., PÉTILLON J.-M., ROYER A. (2018) – Combe-Cullier (Lacave, Lot) : une séquence oubliée du Magdalénien. Apport des nouvelles dates <sup>14</sup>C, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 115, 2, p. 385-389.
- LANGLAIS M., DELVIGNE V., JACQUIER J., LENOBLE A., BEAUVAL C., PESCHAUX C., ORTEGA FERNANDEZ A. M., LESVIGNES E., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F., BISMUTH T., PESESSE D. (2019) – Une nouvelle archéo-séquence pour le Magdalénien en Corrèze. Focus sur le Magdalénien moyen ancien de la grotte Bouyssonie (Brive-la-Gaillarde, Corrèze), *PALEO*, 30, p. 204-229.
- LANGLAIS M., SÉCHER A., CONSTANS G., DELVIGNE V., GRUBERT M., LAROULANDIE V., MALLYE J.-B., PÉTILLON J.-M., RENOU S., RIGAUD S., ROYER A. ET FLIES J.-F. (2025) – Combe-Cullier (Lacave, Lot) : une séquence exceptionnelle du Magdalénien au bord de la Dordogne lotoise, *Gallia Préhistoire*, 65, <https://doi.org/10.4000/154t8>
- LANGLAIS M., DELVIGNE V., DUCASSE S. (ce volume a) – Un exemple de structuration techno-économique originale des productions lamino-lamellaires. Analyse comparée du Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal de Combe-Cullier (Lacave, Lot) et de la grotte Bouyssonie (Brive, Corrèze), in S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles de la fin du Dernier Maximum glaciaire*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (visioconférence, 28 avril 2021), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 25), p. 79-108.
- LANGLAIS M., DUCASSE S., BROU L., CASTEL J.-C., CHAUVIÈRE F.-X., DELVIGNE V., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F., LESVIGNES E., PESESSE D., PRIMAULT J. (ce volume b) – Synthèse archéo-stratigraphique entre Loire et Pyrénées (22000-19000 cal BP) : quelle place pour le «Magdalénien à lamelles à dos dextre marginal» ? in S. Ducasse et M. Langlais (dir.), *Recontextualiser Lascaux à la lueur des traditions culturelles de la fin du Dernier Maximum glaciaire*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (visioconférence, 28 avril 2021), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 25), p. 19-36.
- LANOS P., DUFRESNE P. (2019) – ChronoModel Version 2.0, Software for Chronological Modelling of Archaeological Data Using Bayesian Statistics, <https://www.chronomodel.com>
- LANOS P., DUFRESNE P. (2022) – Composer le temps en archéologie avec ChronoModel, in C. Marcigny, T. Lachenal, P-Y Milcent, C. Mordant, R. Peake et M. Talon (dir.), *Mesurer le temps de l'âge du Bronze*, actes de la journée thématique de l'APRAB (Saint-Germain-en-Laye, 6 mars 2020), Dijon, APRAB (*Bulletin de l'APRAB*, supplément 8), p. 49-74.
- LANOS P., PHILIPPE A. (2017) – Hierarchical Bayesian Modeling for Combining Dates in Archeological Context, *Journal de la société française de statistique*, 158, 2, p. 72-88.
- LANOS P., PHILIPPE A. (2018) – Event Date Model: A Robust Bayesian Tool for Chronology Building, *Communications for Statistical Applications and Methods*, 25, 2, p. 131-157.
- LAROULANDIE V., COSTAMAGNO S., LANGLAIS M., PÉTILLON J.-M. (2017) – L'œuf ou la poule ? Retour sur le projet Magdatis «Le Magdalénien de la façade atlantique face aux changements environnementaux», *Quaternaire*, 28, 2, p. 277-283.
- LE BRUN-RICAËNS F., BROU L. (2003) – Burins carénés-nucléus à lamelles : identification d'une chaîne opératoire particulière à Thèmes (Yonne) et implications, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 100, 1, p. 67-83.
- LEE S., BRONK RAMSEY C. (2012) – Development and Application of the Trapezoidal Model for Archaeological Chronologies, *Radiocarbon*, 54, 1, p. 107-122.
- LENOIR M. (1983) – *Les industries du Paléolithique supérieur des basses vallées de la Dordogne et de la Garonne*, thèse de doctorat, université de Bordeaux 1, Talence, 702 p.
- LENOIR M. (1987) – La pièce de la Bertonne, «fossile directeur» du Magdalénien ancien ? *Bulletin de la Société préhistorique française*, 84, 6, p. 167-171.
- LENOIR M., MARMIER F., TRECOLLE G. (1991) – Données nouvelles sur les industries de Saint-Germain-la-Rivière (Gironde), in 25 ans d'études technologiques en préhistoire : bilan et perspectives, actes des 11<sup>es</sup> Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes (Antibes, 18-20 octobre 1990), Juan-les-Pins, éditions APDCA, p. 245-254.
- LEROI-GOURHAN A. (1979) – Les animaux et les signes, in Ar. Leroi-Gourhan et J. Allain (dir.), *Lascaux inconnu*, Paris, éditions du CNRS (*Gallia Préhistoire*, supplément 12), p. 343-366.

- LEROI-GOURHAN AR., ALLAIN J. (1979) – *Lascaux inconnu*, Paris, éditions du CNRS (*Gallia Préhistoire*, supplément 12), 381 p.
- MALGARINI R., MEVEL L., BEREIZIAT G., BODU P., CUPILLARD C., DEBOUT G., NICOLAS C. (2017) – Les faciès du Magdalénien moyen dans l'est de la France : confrontation et discussion des industries osseuses et lithiques., in C. Bourdier, L. Chehmana, R. Malgarini et M. Poltowicz-Bobak (dir.), *L'essor du Magdalénien. Aspects culturels, symboliques et techniques des faciès à Navettes et à Lussac-Angles*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (Besançon, 17-19 octobre 2013), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 8), p. 135-152.
- NAUDINOT N., FAGNART J.-P., LANGLAIS M., MEVEL L., VALENTIN B. (2019) – Les dernières sociétés du Tardiglaciaire et des tout débuts de l'Holocène en France, *Gallia Préhistoire*, 59, p. 5-45.
- OBERLIN C., VALLADAS H. (2015) – Datation par le radiocarbone de la fraction organique de l'os, in M. Balasse, J.-P. Brugal, Y. Dauphin, E.-M. Geigl, C. Oberlin et I. Reiche (dir.), *Messages d'os. Archéométrie du squelette animal et humain*, Paris, Éditions des archives contemporaines (Sciences archéologiques), p. 287-314.
- OTTE M. (2018) – Lascaux et le Solutrén, in M. Otte (dir.), *Les Solutréens*, Arles, Errance (Civilisations et Cultures), p. 179-182.
- PERLÈS C. (1977) – Note préliminaire sur un type d'outil particulier du site d'Orville (Indre), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 72, p. 141-144.
- PERLÈS C. (1983) – Une technique originale de débitage des lamelles dans le site d'Orville (Indre), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 80, p. 98-99.
- PESESSE D. (2011) – Une lampe, in D. Pesesse (dir.), *Grotte Bouyssonie (Brive-la-Gaillarde, Corrèze)*, rapport final d'opération de fouille (2009-2011), service régional de l'archéologie Nouvelle-Aquitaine, Bordeaux, p. 149-151.
- PESCHAUX C. (2021) – Territories on the Move. Changes in Seashell Procurement Areas and Strategies between the Solutrean and the Badegoulian in the West of France, in L. Mevel, M.-J. Weber et A. Maier (dir.), *En Mouvement/ On the Move/In Bewegung. Mobilités des hommes, des objets et des idées pendant le Paléolithique supérieur européen. Mobility of people, objects and ideas during the European Upper Palaeolithic. Mobilität von Menschen, Objekten und Ideen im europäischen Jungpaläolithikum*, actes de la Séance de la Société préhistorique française (Strasbourg, 16-17 mai 2019), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 17), p. 101-122.
- PÉTILLON J.-M., AVERBOUH A. (2012) – Le travail du bois de renne dans les couches badegouliennes, in J. Clottes, J.-P. Giraud et P. Chalard (dir.), *Solutrén et Badegoulien au Cuzoul de Vers. Des chasseurs de rennes en Quercy*, Liège, université de Liège, service de Préhistoire (ERAUL, 131), p. 359-386.
- PÉTILLON J.-M., DUCASSE S. (2012) – From Flakes to Grooves: A Technical Shift in Antler Working during the Last Glacial Maximum in Southwest France, *Journal of Human Evolution*, 62, 4, p. 435-465.
- PÉTILLON J.-M., LANGLAIS M., BEAUNE S. A. (DE), CHAUVIÈRE F.-X., LETOURNEUX C., SZMIDT C., BEUKENS R., DAVID F. (2008) – Le Magdalénien de la grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne). Premiers résultats de l'étude pluridisciplinaire de la collection Saint-Périer, *Antiquités Nationales*, 39, p. 57-71.
- PÉTILLON J.-M., LAROULANDIE V., COSTAMAGNO S., LANGLAIS M. (2016) – Testing Environmental Determinants in the Cultural Evolution of Hunter-Gatherers: A Three-Year Multidisciplinary Project on the Occupation of the Western Aquitaine Basin during the Middle and Upper Magdalenian (19-14 kyr cal. BP), *Quaternary International*, 414, p. 1-8.
- PRIMAULT J., BROU L. (2020) – *La séquence magdalénienne du Taillis des Coteaux : datations absolues 2020*, rapport d'opération, service régional de l'archéologie Nouvelle-Aquitaine, Bordeaux, p. 26-41.
- PRIMAULT J., GABILLEAU J., BROU L., LANGLAIS M., GUÉRIN S. (2007) – Le Magdalénien inférieur à microlamelles à dos de la grotte du Taillis des Coteaux à Antigny (Vienne, France), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 104, 1, p. 5-30.
- PRIMAULT J., BROU L., BEAREZ P., GABILLEAU J., GRIGGO C., GUILLAUD E., DELFOUR G., HENRY-GAMBIER D., HOUMARD C., JEANNET M., LAROULANDIE V., LIOLIOS D., LUCQUIN A., PASQUINI A., PESCHAUX C., PRIMAULT J., RAMBAUD D., ROYER A. (2010) – *La grotte du Taillis des Coteaux Antigny (Vienne)*, rapport de fouille programmée, service régional de l'Archéologie de Poitou-Charentes, Poitiers, 110 p.
- PRIMAULT J., ASTIER A., BEAUVAL C., BOUCHÉ F., BROU L., GAUSSEIN P., GRIGGO C., HOUMARD C., JEANNET M., LACRAMPE-CUYAUBÈRE F., LAROULANDIE V., LE FILLÂTRE V., LUCQUIN A., MARTIN G., MUTH X., PESCHAUX C., ELYSANDRE P. (2015) – *La grotte du Taillis des Coteaux, Antigny (Vienne)*, rapport de fouille programmée, service régional de l'archéologie de Poitou-Charentes, Poitiers, 298 p.
- PRIMAULT J., BROU L., BOUCHÉ F., CATTEAU C., GAUSSEIN P., GIOÉ A., GRIGGO C., HOUMARD C., LE FILLÂTRE V., PESCHAUX C. (2020) – L'émergence du Magdalénien : rythme des changements techniques au cours du 18<sup>e</sup> millénaire BP au Taillis des Coteaux (Antigny, Vienne, France), in L. G. Straus et M. Langlais (dir.), *Magdalenian Chrono-Stratigraphic Correlations and Cultural Connections between Cantabrian Spain and Southwest France...and beyond*, actes du 18<sup>e</sup> congrès de l'UISPP (Paris, 4-9 juin 2018), Paris, Société préhistorique française (Séances de la Société préhistorique française, 15), p. 205-231, [https://www.prehistoire.org/offres/doc\\_inline\\_src/515/10\\_primault\\_SE9ance%2B15%2BHD\\_p205-231.pdf](https://www.prehistoire.org/offres/doc_inline_src/515/10_primault_SE9ance%2B15%2BHD_p205-231.pdf)
- RASILLA VIVES M. (DE LA), DUARTE MATÍAS E., AURA TORTOSA J. E., SANCHIS SERRA A., CARRIÓN MARCO Y., PÉREZ RIPOLL M., RODRÍGUEZ OTERO V. (2019) – The Llonin Cave (Peñamellera Alta, Asturias, Spain), Level III (Galería): Techno-Typological Characterisation of the Badegoulian Lithic and Bone Assemblages, in S. Costamagno, M. Deschamps, P.-Y. Milcent, J.-M. Pétillon, C. Renard et N. Valdeyron (dir.), *La conquête de la montagne : des premières*

- occupations humaines à l'anthropisation du milieu*, actes du 142<sup>e</sup> congrès du CTHS (Pau, 2017), Paris, éditions du CTHS, <https://books.openedition.org/cths/6362>
- RAYNAL J.-P., LAFARGE A., RÉMY D., DELVIGNE V., GUADELLI J.-L., COSTAMAGNO S., LE GALL O., DAUJEARD C., VIVENT D., FERNANDES P., LE CORRE-LE BEUX M., VERNET G., BAZILE F., LEFÈVRE D. (2014) – Datations SMA et nouveaux regards sur l'archéo-séquence du Rond-du-Barry (Polignac, Haute-Loire), *Comptes Rendus Palevol*, 13, 7, p. 623-636.
- REIMER P. J., AUSTIN W. E. N., BARD E., BAYLISS A., BLACKWELL P. G., RAMSEY C. B., BUTZIN M., CHENG H., EDWARDS R. L., FRIEDRICH M., GROOTES P. M., GUILDERTSON T. P., HAJDAS I., HEATON T. J., HOGG A. G., HUGHEN K. A., KROMER B., MANNING S. W., MUSCHELER R., PALMER J. G., PEARSON C., PLICHT J. (VAN DER), REIMER R. W., RICHARDS D. A., SCOTT E. M., SOUTHON J. R., TURNER C. S. M., WACKER L., ADOLPHI F., BÜNTGEN U., CAPANOM., FAHRNIS M., FOGTMANN-SCHULZ A., FRIEDRICH R., KÖHLER P., KUDSK S., MIYAKE F., OLSEN J., REINIG F., SAKAMOTO M., SOOKDEO A., TALAMO S. (2020) – The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0-55 cal kBP), *Radiocarbon*, 62, 4, p. 725-757.
- SACCHI D. (1974) – Le gisement de Lassac n'est plus, *Bulletin de la Société d'études scientifiques de l'Aude*, 73, p. 95-96.
- SACCHI D. (1986) – *Le Paléolithique supérieur du Languedoc occidental et du Roussillon*, Paris, éditions du CNRS (*Gallia Préhistoire*, supplément 21), 276 p.
- SACKETT J. (1999) – *The Archaeology of Solvieux, an Upper Paleolithic Open Air Site in France*, Los Angeles, UCLA-Institute of Archaeology (*Monumenta Archaeologica*, 19), 328 p.
- SAINT-PÉRIER R. de (1926) – La grotte des Scilles à Lespugue (Haute-Garonne), *L'Anthropologie*, 36, p. 15-40.
- SÉCHER A. (2017) – *Traditions techniques et paléogéographie du Magdalénien moyen ancien dans le sud-ouest de la France (19000-17500 cal. BP). Des groupes humains à plusieurs visages ?* thèse de doctorat, université de Bordeaux 1, Talence, 368 p.
- SÉCHER A. (2020) – What's up with the Early Middle Magdalenian in South-West of France (19.5-17.5 cal. ka BP). New Data from Lithic Technology and Paleogeographic Studies, *Anthropologie*, 58, 2-3, p. 139-166.
- SHARON I., GILBOA A., JULL A. J. T., BOARETTO E. (2007) – Report on the First Stage of the Iron Age Dating Project in Israel: Supporting a Low Chronology, *Radiocarbon*, 49, 1, p. 1-46.
- SORIANO S., LECHENET H. (2000) – Des «Orvilles» en Bourgogne. L'occupation du site de la Roncière (Bèze, Côte d'Or) au Paléolithique supérieur, in G. Pion (dir.), *Le Paléolithique supérieur récent : nouvelles données sur le peuplement et l'environnement*, actes de table ronde sur le Paléolithique supérieur (Chambéry, 12-13 mars 1999), Paris, Société préhistorique française (*Mémoires*, 28), p. 223-233.
- THOMAS R. (2022) – *Étude de l'investissement technique d'industries lithiques du Paléolithique supérieur. Le cas du Magdalénien inférieur du locus 18 du site de la Croix de Bagneux, à Mareuil-sur-Cher (Loir-et-Cher)*, thèse de doctorat, université de Paris-Nanterre, Nanterre, 690 p.
- TISNÉRAT-LABORDEN., VALLADASH., KALTNECKERE., ARNOLD M. (2003) – AMS Radiocarbon Dating of Bones at LSCE, *Radiocarbon*, 45, 3, p. 409-419.
- VIBET M.-A., PHILIPPE A., LANOS P., DUFRESNE P. (2015) – ChronoModel, User's Manual, [https://chronomodel.com/storage/medias/61\\_chronomodel\\_user\\_manual\\_version\\_1\\_release\\_11.pdf](https://chronomodel.com/storage/medias/61_chronomodel_user_manual_version_1_release_11.pdf)
- ZICKEL M., BECKER D., VERHEUL J., YENER Y., WILLMES C. (2016) – Paleocoastlines GIS Dataset, <https://crc806db.uni-koeln.de/dataset/show/paleocoastlines-gis-dataset1462293239>

**Carolyn BARSHAY-SZMIDT**

Penn Museum  
(University of Pennsylvania Museum  
of Archaeology and Anthropology)  
Philadelphie, États-Unis  
Archaeology Centre, University of Toronto (Canada)  
[c.szmidt@utoronto.ca](mailto:c.szmidt@utoronto.ca)

**Philippe LANOS**

CNRS, UMR 6034 Archéosciences  
université de Bordeaux, Pessac, France  
UMR 6118 Géosciences Rennes  
[philippe.lanos@univ-rennes1.fr](mailto:philippe.lanos@univ-rennes1.fr)

**Sylvain DUCASSE**

CNRS, UMR 5199 PACEA  
université de Bordeaux, Pessac, France  
[sylvain.ducasse@cnrs.fr](mailto:sylvain.ducasse@cnrs.fr)

**Mathieu LANGLAIS**

CNRS, UMR 5199 PACEA  
université de Bordeaux, Pessac, France  
SERP-Institut d'Arqueologia de l'universitat de Barcelona (Espagne)  
[mathieu.langlais@cnrs.fr](mailto:mathieu.langlais@cnrs.fr)

**Laurent BROU**

INRA, service d'Archéologie préhistorique  
Bertrange, Grand-Duché de Luxembourg  
[laurent.brou@inra.etat.lu](mailto:laurent.brou@inra.etat.lu)

**Stéphane MADELAINE**

Musée national de Préhistoire  
Les Eyzies, France  
UMR 5199 PACEA  
[madelaine@culture.gouv.fr](mailto:madelaine@culture.gouv.fr)

**Jean-Baptiste MALLYE**

CNRS, UMR 5608 TRACES  
Toulouse, France  
[jean-baptiste.mallye@cnrs.fr](mailto:jean-baptiste.mallye@cnrs.fr)

**Jean-Marc PÉTILLON**

CNRS, UMR 5608 TRACES  
Toulouse, France  
[jean-marc.petillon@cnrs.fr](mailto:jean-marc.petillon@cnrs.fr)

**Jérôme PRIMAULT**

SRA-DRAC de Nouvelle-Aquitaine  
Poitiers, France  
UMR 7041 ArScAn-AnTET  
[jerome.primault@culture.gouv.fr](mailto:jerome.primault@culture.gouv.fr)

