

Diffusion agricole du Néolithique ancien (environ 5850-4500 cal avant JC) en Méditerranée occidentale: mise à jour des données archéobotaniques dans le sud-ouest de la France

Laurent Bouby, Philippe Marinval, Frédérique Durand, Isabel Figueiral, François Briois, Michel Martzluff, Thomas Perrin, Nicolas Valdeyron, Jean Vaquer, Jean Guilaine, Claire Manen

Publié: 2 avril 2020 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731>

Abstrait

L'économie agricole a été introduite pour la première fois dans les zones côtières du sud de la France par les groupes Impressa (environ 5850–5650 cal avant JC), originaires d'Italie, puis s'est étendue à l'arrière-pays par les communautés cardiales / épicaudiques (environ 5400–4500 cal avant JC). Les restes de fruits et de graines conservés dans les sites archéologiques fournissent des preuves directes des ressources botaniques cultivées et collectées par ces anciens groupes sociaux. Mais le passage des stratégies de chasse-cueillette à des stratégies de subsistance agricole est encore mal connu dans la zone, en raison d'études archéobotaniques insuffisantes et parfois dépassées. Nous présentons ici de nouveaux résultats et une revue critique de toutes les données archéobotaniques disponibles, afin de caractériser les ressources végétales alimentaires, les pratiques culturelles et leurs variations dans le temps et dans l'espace. L'ensemble de données archéologiques est composé de 19 sites (20 sites / phases) principalement situés dans les basses terres méditerranéennes. Nos résultats démontrent que l'économie agricole des groupes Impressa était centrée sur la culture de blés décortiqués, avec seulement de légères différences par rapport à leurs origines sud-italiennes. La contribution des céréales nues a augmenté dans l'agriculture cardiale / épicaudique, en accord avec la situation dans d'autres régions de la Méditerranée occidentale. L'économie de subsistance des sites de l'arrière-pays semble inclure une contribution plus large de fruits sauvages et une contribution plus limitée des cultures. Cependant, le manque de preuves des activités de culture dans l'arrière-pays est probablement dû d'abord aux difficultés à trouver et à fouiller les sites et à effectuer un échantillonnage archéobotanique à grande échelle.

Citation: Bouby L, Marinval P, Durand F, Figueiral I, Briois F, Martzluff M, et al. (2020) Diffusion agricole du Néolithique ancien (ca. 5850-4500 cal avant JC) en Méditerranée occidentale: une mise à jour des données archéobotaniques dans le sud-ouest de la France. *PLoS ONE* 15 (4): e0230731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731>

Editeur: Peter F. Biehl, University at Buffalo - The State University of New York, ÉTATS-UNIS

Reçu: 7 octobre 2019; **Accepté:** 6 mars 2020; **Publié:** 2 avril 2020

Copyright: © 2020 Bouby et al. Il s'agit d'un article en libre accès distribué sous les termes de la [licence d'attribution Creative Commons](#), qui permet une utilisation, une distribution et une reproduction sans restriction sur tout support, à condition que l'auteur et la source d'origine soient crédités.

Disponibilité des données: toutes les données pertinentes se trouvent dans le manuscrit et ses fichiers d'informations complémentaires

Financement: Ce travail a été soutenu par le programme PROCOME (CM, coord), Agence Nationale de la Recherche (ANR-13-CULT-0001-01). Le bailleur de fonds n'a joué aucun rôle dans la conception de l'étude, la collecte et l'analyse des données, la décision de publier ou la préparation du manuscrit. Aucun financement externe supplémentaire n'a été reçu pour cette étude.

Intérêts concurrents: les auteurs ont déclaré qu'il n'y avait pas d'intérêts concurrents.

introduction

Parmi toutes les caractéristiques du néolithique européen (poterie, lames de hache polies, sédentarité), l'avènement de l'économie de la production alimentaire, c'est-à-dire la culture et l'élevage, est considéré comme particulièrement important [1]. Le passage des systèmes économiques des chasseurs-cueilleurs aux systèmes économiques agricoles est considéré comme un changement aux conséquences majeures pour l'histoire du monde et de l'humanité. L'exploitation des ressources agricoles à long terme a permis aux groupes humains de s'appuyer sur une gamme de ressources plus prévisibles que celles issues de la chasse et de la cueillette et a créé les conditions d'une croissance démographique sans précédent. Cependant, la néolithisation de l'Europe n'est plus interprétée comme une diffusion régulière et uniforme, d'Est en Ouest, d'un nouveau mode de vie mais comme un processus dynamique et arythmique, ouvrant la voie à diverses stratégies et situations économiques, en équilibre avec les conditions environnementales [2]. La transition des systèmes économiques des chasseurs-cueilleurs aux systèmes économiques agricoles n'a pas nécessairement été un changement brusque. Parce que nous n'avons aucun moyen de mesurer les quantités de produits alimentaires produites et consommées par les peuples néolithiques, il est difficile d'évaluer la contribution de l'agriculture à leur subsistance et à leur économie, comme le suggèrent les débats en cours sur la contribution respective des ressources sauvages et des plantes domestiquées et animaux, et sur la variabilité des stratégies dans l'espace et dans le temps [3 , 4 , 5 , 6 , 7].

En termes de diffusion du Néolithique, la Méditerranée occidentale est globalement homogène et liée au complexe des Impressed Wares, dont les origines se trouvent dans le sud de l'Italie. Cependant, la chronologie, les processus, les parcours et les contextes socio-économiques qui ont conduit à cette diffusion restent l'objet de nombreux débats [8 , 9]. Au sein du cluster «Impressed ware», différents groupes culturels (Impressa, Cardial, Epicaudal) sont distingués selon la chronologie, les productions techniques et les ressources économiques [10].

La côte méditerranéenne française a été colonisée à un stade précoce, vers 5850 après JC, par des populations d'origine italienne et appartenant au groupe Impressa [11]. Seuls quelques sites Impressa sont reconnus et d'après ce que l'on sait aujourd'hui, il semble que la présence de ces groupes se soit limitée au littoral [11]. Les liens avec le complexe italien Impressa sont confirmés par l'étude de tous les aspects culturels et technologiques (systèmes céramiques et lithiques, élevage animalier, présence d'obsidienne de Palmarolla et de Sardaigne) [11 , 12].

Selon les informations disponibles, le complexe Cardial se développe vers 5400 cal avant JC en Languedoc tandis que des dates légèrement plus anciennes sont signalées dans la péninsule ibérique [12 , 13 , 14]. L'origine Cardial est toujours sous enquête. Vers 5250 av.J.-C., un changement culturel a lieu avec l'apparition, dans une grande partie du sud de la France, de groupes épicaudiques (principalement définis sur la base du décor en céramique), qui ont été contemporains de ceux du Cardial pendant plusieurs siècles avant de les remplacer complètement. eux [10]. Avec le Cardial, le mode de vie néolithique connaît une expansion géographique majeure. Les occupations néolithiques s'étendent progressivement sur une grande partie de l'arrière-pays et les colonies épicaudiques atteignent même les zones de montagne. Différents types de sites (en plein air, grottes et abris sous roche) sont rencontrés dans divers contextes géographiques [9]. Les premières communautés néolithiques de l'arrière-pays sont malheureusement encore mal caractérisées, en raison de fouilles insuffisantes et souvent dépassées et de la difficulté de comprendre les contextes stratigraphiques avec des artefacts atypiques. Dans le sud-ouest de la France, très peu de preuves solides de la présence de groupes mésolithiques après 5800 cal av. J.-C. sont disponibles. Sur la base des recherches actuelles, il est encore difficile d'identifier des contacts directs entre les premières communautés agricoles et les derniers chasseurs-cueilleurs [15].

Les ressources végétales alimentaires et les pratiques culturelles des premiers groupes du Néolithique sont encore mal connues et largement documentées par des études antérieures dans le sud de la France. Les opportunités de s'engager dans de nouvelles enquêtes archéobotaniques à grande échelle sont très limitées en raison de la rareté des enquêtes archéologiques et des nouvelles découvertes, même dans le contexte de l'archéologie préventive. Les quelques sites du Néolithique ancien récemment découverts sont souvent composés de structures archéologiques rares et couvrent une surface au sol limitée. Dans les établissements de plein air fouillés, l'utilisation de l'architecture de boue, la présence de tessons et d'artefacts épars et la diversité des structures domestiques nous rappellent que ces sites peuvent souvent passer inaperçus et que leur nombre pourrait donc être sous-estimé [16]. Compte tenu des possibilités limitées de lancer de nouvelles enquêtes, les premiers ensembles de données archéobotaniques doivent encore être pris en compte, mais en gardant à l'esprit les limites dues aux méthodes de récupération et à l'échantillonnage restreint.

L'objectif de cet article est d'examiner la nature, la chronologie et le développement des activités agricoles. Ce travail est basé sur des investigations réalisées lors de nouvelles fouilles et sur une revue critique des données actuellement disponibles, et a été réalisé dans le cadre du programme de recherche «PROCOME - Extensions continentales de la néolithisation méditerranéenne» (ANR-13-CULT-0001-01). Nos principaux objectifs sont: (1) de caractériser les ressources végétales domestiques et sauvages utilisées par les groupes du Néolithique ancien pour leur subsistance et (2) d'examiner les variations spatio-temporelles des activités culturelles en fonction des conditions culturelles et environnementales.

matériel et méthodes

2.1. Acquisition de données et méthodes archéobotaniques

Notre objectif était de rassembler toutes les données archéobotaniques disponibles afin de documenter l'économie végétale du Néolithique ancien et la progression de l'agriculture dans le sud-ouest de la France, de la Méditerranée à la côte atlantique (Fig 1). L'aire géographique considérée est délimitée par la mer Méditerranée et les Pyrénées au sud, par le Rhône à l'est, les hauts plateaux du Massif central au nord et l'océan Atlantique à l'ouest. Afin de collecter le plus de données possible et de garantir la validité de ces données, nous avons mis en place une double approche, comme décrit ci-dessous. Aucun permis n'était requis pour l'étude décrite, qui était conforme à toutes les réglementations pertinentes. Les échantillons analysés sont identifiés par le nom du site et les numéros d'unité stratigraphique (pas de numéro de spécimen). Tous les échantillons sont stockés dans les référentiels de l'ISEM (Montpellier), de l'ASM (Montpellier), de TRACES (Toulouse) et de l'Inrap-Méditerranée (Béziers) et sont accessibles sur demande.

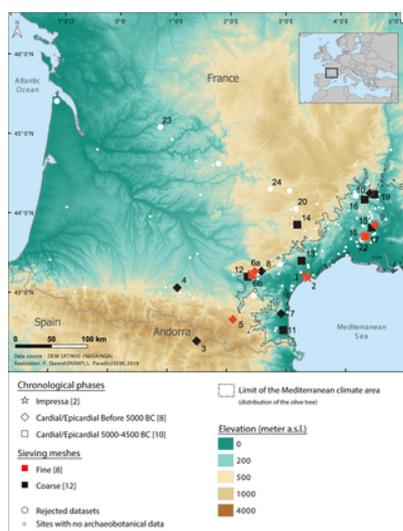


Fig 1. Carte du sud-ouest de la France montrant les limites de la distribution de l'olivier (zone bioclimatique méditerranéenne) et la localisation des sites du Néolithique ancien, y compris ceux discutés dans l'article qui a fourni des données archéobotaniques.

Entre parenthèses: nombre de sites par catégorie. Les numéros d'identification de site se réfèrent aux tableaux 1 et S1 .

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g001>

N°	Site/Description	Type	Radiocharbon chronologie cal BC (p. = 95.0%)	Samples and Nbr of data ¹
Impressa				
1	Plan de Bagnas, Portanges (34)	Open site	5844-5111	2/63
2	Plan de Bagnas, Bagnas, Portanges (34)	Open site	4882-5638	3/63
Cardial/Epicardial (before ca 5000 cal BC)				
3	Plan de Bagnas, Bagnas - C2, C3, C4	Cardial	5842-4814	3/63
4	Plan de Bagnas, Bagnas - C1, C2, C3	Cardial	5111-4911	1/63
5	Plan de Bagnas, Bagnas - C1, C2, C3	Cardial	5445-5238	2/63
6a	Centre de l'Église, Laubert (31) - Grand E 2	Cardial	5482-4909	13/63
7	Centre de l'Église, Laubert (31) - C2a, C2b	Cardial	5110-4909	1/63
8	Centre de l'Église, Laubert (31) - C2c	Cardial	5486-5080	1/63
9	La Bessède (31)	Cardial	5367-4961	17/63
10	Centre de l'Église, Laubert (31) - C3	Cardial	5110-4908	18/63
Cardial/Epicardial (ca 5000-4500 cal BC)				
11	Centre de l'Église, Laubert (31) - Grand E 1	Open site	5816-4845	2/63
12	Plan de Bagnas, Bagnas - C1, C2, C3	Cardial	5110-4945	3/63
13	Centre de l'Église, Laubert (31) - Grand E 1	Cardial	4987-4712	4/63
14	La Bessède, Laubert (31) - C1	Open site	4917-4747	2/63
15	Plan de Bagnas, Bagnas - C1, C2, C3	Cardial	4911-4919	1/63
16	Centre de l'Église, Laubert (31) - Grand E 1	Cardial	5484-4913	2/63
17	Centre de l'Église, Laubert (31) - C3	Cardial	5119-4728	3/63
18	Centre de l'Église, Laubert (31)	Open site	5476-4912	2/63
19	Plan de Bagnas, Bagnas - C1, C2, C3	Open site	5106-4844	3/63
20	Centre de l'Église, Laubert (31) - C3	Cardial	5476-4904	1/63

Tableau 1. Site / phases qui ont été retenus après révision critique des données stratigraphiques, culturelles et radiocarbones.

Entre parenthèses: numéro de département.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.t001>

2.1.1. Nouvelles analyses archéobotaniques.

En raison de la pénurie de sites du Néolithique ancien dans le sud-ouest de la France, nous avons tenté ces dernières années d'analyser des échantillons de sédiments de toute occupation putative du Néolithique précoce, même limitée. Cela nous a conduit à analyser des échantillons provenant de 6 sites différents ([tableau S1](#)). La présence de vestiges végétaux du Néolithique ancien avait déjà été signalée sur deux de ces sites, Roquemissou [[17](#)] et Taï [[18](#)], tandis que les autres sites ont été étudiés pour la première fois.

Sauf dans la Prairie du Lieu-Dieu, où un puits contenant des sédiments gorgés d'eau a été étudié, les sédiments ont été traités par flottation manuelle et les résidus minéraux non flottants ont été systématiquement tamisés. Dans tous les cas, des mailles de 0,4 mm à 2 mm ont été utilisées. À la Prairie du Lieu-Dieu, les échantillons ont été directement tamisés à l'eau, en utilisant des mailles similaires. Toutes les fractions ont été entièrement triées à l'aide d'un stéréomicroscope et tous les restes végétaux ont été identifiés à l'aide de la littérature de référence scientifique et des collections de comparaison de semences modernes des laboratoires d'archéobotanique de l'ISEM (Montpellier) et TRACES (plateforme ArchéoScience, Toulouse). Les restes végétaux ont été systématiquement dénombrés (Nombre de restes végétaux - NPR) en fonction de leur origine anatomique et taxonomique, en distinguant spécimens entiers et fragments.

2.1.2. La validation des données.

Toutes les données disponibles, acquises récemment ou plus tôt, ont été évaluées de manière critique pour être validées. Le contexte stratigraphique des assemblages archéobotaniques a été systématiquement révisé sur la base 1) de la reprise des travaux de terrain (nouveaux levés, nouvelles observations stratigraphiques), 2) de nouvelles études des artefacts recueillis à partir d'anciennes fouilles, 3) de nouvelles dates au radiocarbones ont les dates AMS différents sites. Les échantillons de radiocarbones étaient toujours composés de restes de graines uniques, généralement des céréales (*Cerealia*, *Hordeum vulgare* - orge commune, *Triticum aestivum / turgidum* - blé nu, *Triticum dicoccum* - emmer et *Triticum* sp. - blé), parfois des légumineuses (Fabaceae) et des fruits (*Corylus avellana* - noisette, *Quercus* sp. — chêne). Des informations détaillées relatives au protocole de sélection des échantillons et à la procédure de datation AMS ¹⁴ C sont publiées dans [[14](#)].

Les informations d'échantillonnage ont été enregistrées pour chaque site, y compris le nombre d'échantillons, les méthodes de tamisage, la conservation des restes végétaux et le nombre d'articles récupérés. Ceci est nécessaire pour évaluer la représentativité des assemblages. Dans un premier temps, les sites ont été classés selon deux niveaux de fiabilité, bonne lorsque le tamisage fin était appliqué, modérée lorsque seul un tamisage grossier était utilisé (maillage minimum supérieur à 0,5 mm).

2.1.3. Traitement et analyse des données.

Avant tout calcul ou comparaison entre les sites, les dénombrements bruts de restes végétaux ont été transformés en nombre minimum d'individus en utilisant la formule: MNI = nombre de graines entières + ½ nombre de fragments.

Les sites sont regroupés en trois grandes catégories chrono-culturelles et les données archéobotaniques sont enregistrées en conséquence dans des sites avec de longues chronologies: sites Impressa, sites Cardial / Epicardial datant avant 5000 cal avant JC, sites Cardial / Epicardial après 5000 cal avant JC [[9](#)].

La taille de l'échantillon étant très variable d'un site à l'autre, les sites sont comparés en utilisant des données en pourcentage plutôt que des dénombrements bruts de restes végétaux. Afin de mieux comprendre les effets des caractéristiques des sites sur l'évolution globale des données archéobotaniques, nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances (CFA) puis exploré à l'aide de boxplots la répartition des sites sur les deux premiers axes du CFA selon la phase chronologique (Impressa, Cardial / Epicardial avant 5000 cal avant JC, Cardial / Epicardial après 5000 cal avant JC), type d'établissement (plein air vs occupation de grotte / abri sous roche) et méthode de récupération (amende vs. tamisage grossier). Seuls les sites avec un MNI d'au moins 30 ont été utilisés pour le CFA et la plupart des chiffres. Le CFA a été effectué sur des données de pourcentage transformées à racine carrée. Les taxons qui n'ont pas pu être identifiés avec suffisamment de précision (*Cerealia*, *Triticum* sp.) *N'ont* été considérés que comme des variables supplémentaires (passives). Ces taxons ont également été exclus des sommes de référence avant le calcul des pourcentages.

2.2. Description et représentativité de l'ensemble de données.

Les premières études et les sites nouvellement étudiés représentaient un total de 30 sites représentant 32 phases (1 site peut être divisé en 2 phases). Cela représente environ 18% des sites connus du Néolithique ancien dans la région [[9](#)]. La révision des données a conduit à l'exclusion de 11 de ces sites car le contexte stratigraphique de l'occupation néolithique précoce n'a pu être déterminé à la lumière de nouveaux champs et d'enquêtes typo-chronologiques, ou le lien entre les assemblages archéobotaniques et l'occupation néolithique précoce a été invalidé par datation au radiocarbones.

De nombreux sites éliminés correspondent à des fouilles anciennes et à des études archéobotaniques limitées, réalisées avec des techniques de récupération grossières (Grotte de Chazelles, Abri Camprafaud, Abri Jean Cros, Roucadour et Lède du Gurd).

À l'exception de Tai [19], les recherches archéobotaniques sur les sites nouvellement fouillés donnent des résultats limités. A Combe Grèze, aucun résultat significatif n'a été obtenu. Dans la Prairie du Lieu-Dieu, l'assemblage gorgé d'eau du puits ne peut pas être attribué avec certitude aux activités humaines plutôt qu'aux processus naturels (pas de restes carbonisés, pas de plantes cultivées).

Dans les autres sites (Le Cuzoul, La Farigoule, Roquemissou et Clos de Pujol), les résultats de datation radiocarbone de restes végétaux ne confirment pas l'affectation des assemblages archéobotaniques au Néolithique ancien. En général, les occupations néolithiques primitives de ces sites sont très limitées ou documentées par des fouilles trop restreintes, une documentation archéologique et un échantillonnage archéobotanique. D'autre part, l'échantillonnage assez étendu effectué à Roquemissou n'a jusqu'à présent pas permis de fournir un assemblage archéobotanique clair du Néolithique précoce, tandis que plus de 3800 restes de plantes ont été récupérés pour les couches mésolithique et néolithique tardif. Cependant, les couches du néolithique précoce sont toujours en cours de fouille avec une étude archéobotanique en cours.

En bref, seuls 19 sites et 20 sites / phases peuvent être retenus (Tableaux 1 et S2). Les dates au radiocarbone effectuées sur les graines confirment la chronologie attendue pour 10 de ces sites (Fig 2 et tableau S3). Dans les 9 autres, le contexte stratigraphique est solidement établi et soutenu par plusieurs datations au radiocarbone effectuées sur d'autres types de matériaux (charbons et os). À Balma Margineda, des artefacts et des structures du Néolithique ancien sont observés dans la couche 3 (C3). Les dates au radiocarbone montrent que le site a été occupé par intermittence au début du Néolithique, d'environ 5600 à 4500 cal avant JC [14]. Cependant, en raison de la complexité de la stratigraphie et des problèmes post-sédimentaires, les dates sont distribuées au hasard dans la couche néolithique précoce et il n'est pas possible de subdiviser l'assemblage archéobotanique en phases chronologiques distinctes. Etant donné que 4 des 5 dates effectuées sur les graines sont antérieures à 5000 cal avant JC, nous avons décidé d'allouer l'ensemble de l'assemblage archéobotanique à la catégorie des sites cardiaux / épicaux datant d'avant 5000 cal avant JC. Le contraire est le cas à la Grotte Saint Marcel. Une seule date radiocarbone sur charbon de bois (MC 2376 6330 + - 90 BP; 5479–5064 cal BC) [23] est disponible. Ce résultat n'est pas en accord avec le matériel archéologique, révélateur de la phase récente de Cardial / Epicardial. Notre hypothèse est que la date radiocarbone est affectée par le fameux «effet bois ancien» et nous avons décidé de maintenir le site dans la catégorie Cardial / Epicardial post 5000 cal av.

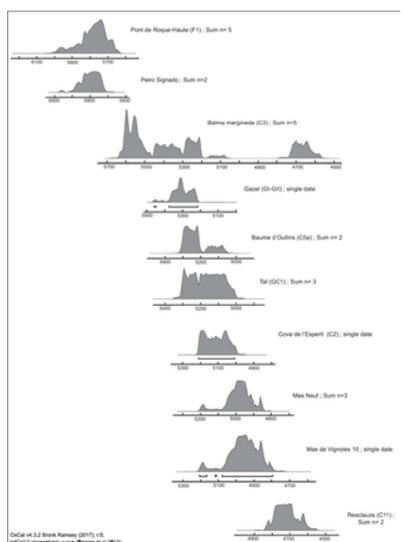


Fig 2. Dattes au radiocarbone SMA réalisées sur des graines carbonisées provenant de 10 sites (somme des probabilités lorsque plusieurs dates sur un même site).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g002>

L'ensemble de données archéobotaniques final est largement limité à la région méditerranéenne (Fig.1). C'est la zone où les sites du Néolithique ancien sont les plus abondants, où les sites les plus grands peuvent être trouvés et, par conséquent, a fait l'objet de la plupart des fouilles et des études archéobotaniques. Il est intéressant de noter que la plupart des données archéobotaniques qui ont dû être rejetées proviennent de sites en dehors de la région méditerranéenne, y compris des enquêtes récentes et anciennes. Cela montre clairement à quel point il est difficile de documenter l'économie des plantes alimentaires des populations du Néolithique ancien dans la zone tempérée. Des données complémentaires sont disponibles dans les grottes / abris sous roche de l'arrière-pays méditerranéen. Enfin en dehors de la zone bioclimatique méditerranéenne, nous ne disposons que des données des sites de grottes et d'abris sous roche du Roc de Dourgne, Balma Margineda et Buholoup dans les contreforts pyrénéens, Fig.1). Dans l'ensemble du jeu de données, les sites de grottes et d'abris sous roche prédominent (Fig.3). En fait, la première phase du Cardial / Epicardial (avant 5000 cal avant JC) n'est documentée que par les occupations de grottes et d'abris sous roche (Fig.4). Seuls 6 établissements en plein air sont recensés, tous situés dans la plaine méditerranéenne. Ils comprennent les deux seuls sites Impressa et sites Cardial / Epicardial après 5000 cal av.

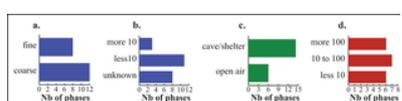


Fig 3. Caractéristiques des prélèvements effectués dans les sites du Néolithique ancien du sud-ouest de la France.

(a) Méthode de tamisage: tamisage grossier (plus petit maillage > 0,5 mm) vs tamisage fin (plus petit maillage ≤ 0,5 mm), (b) Nombre d'échantillons par site / phase, (c) Type de tassement, (d) Nombre de plantes reste identifié par phase (MNI). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g003>

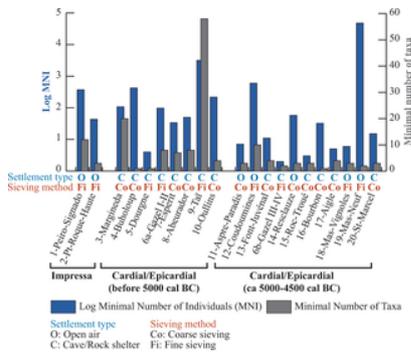


Fig 4. Nombre de restes végétaux et taxons identifiés dans les sites (site / phases). Le nombre de plantes restantes est exprimé comme la valeur Log de l'INM. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g004>

Les techniques d'échantillonnage et de récupération sont dans de nombreux cas inadéquates. Les sites où seul un tamisage grossier a été effectué sont plus nombreux que ceux où des mailles finement tamisées ont été utilisées. Le nombre d'échantillons archéobotaniques n'est souvent pas spécifié dans les anciennes études; seuls 3 sites / phases sont clairement signalés comme étant documentés par plus de 10 échantillons. En raison du mauvais échantillonnage effectué sur de nombreux sites, le nombre de restes végétaux identifiés est généralement faible; seulement environ un tiers du site / des phases a fourni plus de 100 restes d'usine. Taï, avec 85 échantillons et plus de 4000 restes végétaux, est de loin le site le mieux étudié [19]. Un très grand nombre de restes végétaux (MNI = 47450) a été récupéré sur le site du Mas Neuf mais ils proviennent d'une seule concentration de céréales retrouvée dans une fosse [24].

Sur tous les sites, seuls les restes botaniques calcinés ont été conservés. Le nombre minimal de taxons identifiés est généralement faible (moyenne = 7,5; min = 1; max = 58) et est faiblement corrélé à l'INM (coefficient de Spearman = 0,356, valeur p = 0,123). Il n'est pas surprenant que le plus grand nombre de taxons identifiés se trouve dans les sites avec le plus grand nombre d'échantillons.

Hormis le cas du Mas Neuf, et pour autant que l'on puisse en juger avec les informations limitées dont on dispose sur les volumes de sédiments prélevés, tous les sites ont fourni des assemblages ouverts et de faible densité. Au sens de Jacomet et al. [25] les assemblages ouverts ne contiennent pas suffisamment de restes végétaux pour être visibles à l'œil nu lors des fouilles. Ils sont généralement le résultat de plusieurs épisodes de dépôt et contiennent du matériel d'origines mixtes.

L'ensemble de données archéobotaniques final est limité et présente des inégalités entre les catégories de sites, en particulier entre les phases chronologiques. Il faut donc être prudent lors de l'interprétation de toute tendance observée dans les données. Afin de mieux évaluer leur validité, nous avons comparé nos observations aux informations disponibles en Italie et en Espagne.

3. Résultats

3.1. Données archéobotaniques et variation de la composition de l'échantillon

Un total de 52 108 restes végétaux (MNI) et au moins 64 taxons ont été identifiés dans les 20 sites / phases (tableaux S4 et S5). La majorité des assemblages archéobotaniques est dominée par les restes de cultures (Fig 5).

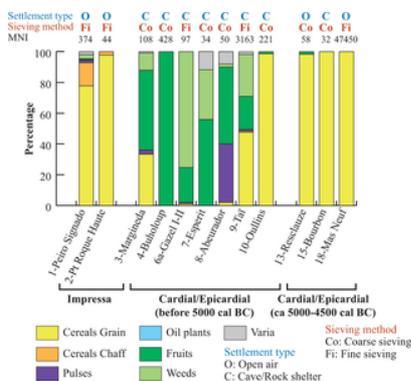


Fig 5. Proportions des principales catégories d'usines dans les sites (site / phases) exprimées en pourcentages calculés sur l'INM. L'INM est indiqué sur le graphique en haut de la barre de chaque site / phase. Seuls le site / les phases avec MNI ≥ 30 sont considérés dans ce graphique. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g005>

Le CFA réalisé sur la composition des assemblages archéobotaniques a permis d'identifier des variations liées avant tout à la chronologie des sites ($\chi^2 = 304$, $df = 66$, $p < 0,0001$, inertie totale = 1,63). Il est cependant difficile de démêler les effets des variables liées aux caractéristiques du site. L'axe 1 (39,76% de variance) sépare principalement les sites de grottes et d'abris sous roche du début de la période cardiale / épicaudique associée aux plantes sauvages, aux fruits et aux mauvaises herbes, des autres sites associés aux restes de céréales (figure 6A). L'axe 2 (23,17% de variance) sépare, dans sa partie supérieure, les sites Impressa associés aux blés et paillettes de glume, des sites cardiaux / épicaudiques tardifs associés aux céréales de battage libre dans la partie négative. La tendance chronologique sur l'axe 2 est particulièrement évidente (Fig 6B). Le calcul d'un test de Kruskal-Wallis confirme la différence significative entre les phases chronologiques ($K = 8,65$, $df = 2$, $p = 0,013$). Cependant une différence significative peut également être détectée entre les méthodes de tamisage sur l'axe 2 avec un test de Mann-Whitney ($U = 5$, $p = 0,048$). Parce qu'il existe un schéma chronologique progressif clair impliquant les trois phases et parce que l'organisation des sites sur l'axe 2 est en grande partie déterminée par des postes volumineux (caryopses de blés de glume vs caryopses de céréales de battage libre), peu affectée par le méthode de tamisage, nous considérons que l'évolution globale des données archéobotaniques est avant tout liée à la chronologie des sites. Aucun autre motif significatif sur les axes 1 et 2 ne peut être confirmé par les calculs des tests statistiques.

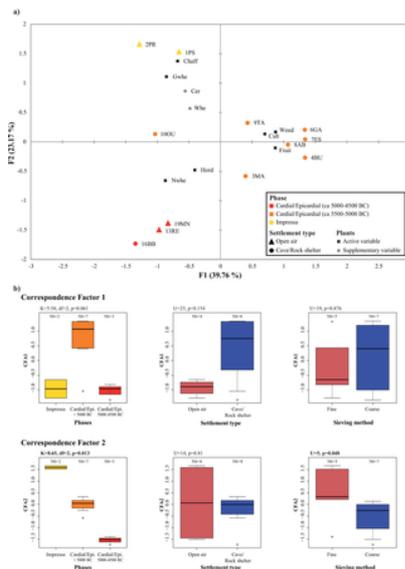


Fig 6. Analyse factorielle de correspondance (CFA) réalisée sur l'abondance des restes végétaux (données en pourcentage transformé à racine carrée) dans les sites (a) et visualisation de la répartition des sites sur les deux premiers axes selon des caractéristiques liées à la chronologie, au type de site et méthodes de tamisage (b). Seuls les sites / phases avec un MNI ≥ 30 sont pris en compte. *Cerealia* et *Triticum* sp. sont considérés comme des données supplémentaires. Le nombre de sites par groupe est indiqué en haut de chaque boîte à moustaches. Les différences statistiques entre les groupes de sites ont été testées à l'aide de tests non paramétriques de Mann-Whitney et Kruskal-Wallis. Les résultats des tests sont indiqués en gras sur les graphiques lorsque des différences significatives ont été identifiées.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g006>

Cependant, il semble intéressant de souligner que, dans la plupart des sites de grottes / abris sous roche de la première phase cardiale / épicaudique, les fruits sauvages et les plantes herbacées (éventuelles mauvaises herbes des champs) constituent environ 50% ou plus des restes végétaux.

3.2. Cultures

Les céréales sont de loin les cultures les plus courantes. Cela est évident en fonction à la fois du pourcentage de restes végétaux (Fig 5) et de la fréquence des espèces dans les différents sites (Fig 7). Les taxons identifiés sont le blé nu (*Triticum aestivum* / *turgidum*), amidonnier (*T. Dicococcum*), engrain (*T. Monococccum*), l'orge nu (*Hordeum vulgare* var. *Nudum*) et, éventuellement, de l'orge mondé (*H. Vulgare* var. *Vulgare*). Dans les assemblages composés de nombreux caryopses, le type de grain torsadé est toujours dominant sur le type droit. Cela implique que l'orge appartient au type à six rangs, mais une présence mineure d'orge à deux rangs ne peut être exclue. Les restes de paillettes sont très rares par rapport au grain et, bien entendu, ils ne se trouvent que dans les sites où un tamisage fin a été effectué. À l'exception de deux segments de rachis d'orge (*Hordeum* sp.) Provenant de Taï, les restes de paillettes sont entièrement composés de bases de glumes de blés décortiqués.

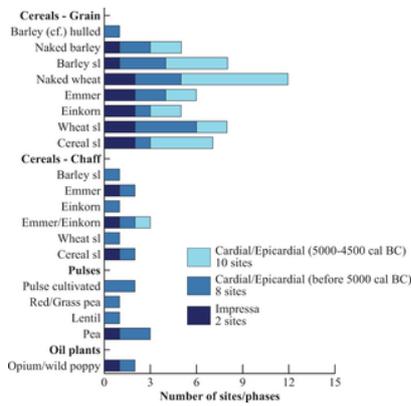


Fig 7. Fréquence des plantes cultivées dans les sites selon les phases chrono-culturelles.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g007>

Sauf au Mas Neuf, l'orge est toujours plus nombreuse que le blé, selon les proportions calculées à partir des restes de céréales (Fig 8). Comme mentionné précédemment, au Mas Neuf, une seule grande concentration d'orge a été trouvée dans l'une des structures échantillonnées. Les grands assemblages riches en grains de ce type devraient être considérés comme des accidents isolés [par exemple, 26] et ne peut donc être considérée comme représentative de l'économie globale du site. D'un point de vue général, le blé nu est le principal type de blé représenté et aussi la principale céréale dans les sites du Néolithique ancien. C'est celui que l'on retrouve dans le plus grand nombre de sites. Dans les sites où l'INM des restes de céréales est ≥ 30 , le blé nu est de loin le blé le plus tendre pendant la deuxième phase de Cardial / Epicardial, et très probablement la première céréale pendant toute la période Cardial / Epicardial.

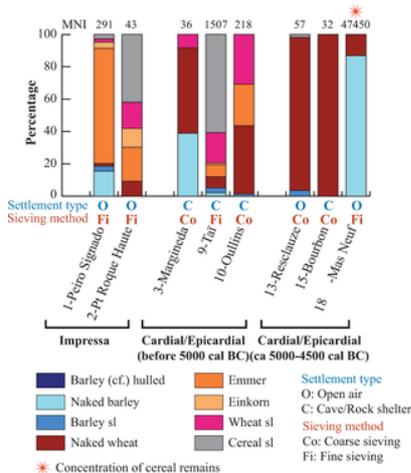


Fig 8. Proportions des céréales dans les sites (site / phases) exprimées en pourcentages calculés sur l'INM des céréales.
 L'INM est indiqué sur le graphique en haut de la barre de chaque site / phase. Seuls le site / les phases avec MNI de céréales ≥ 30 sont considérés dans ce graphique.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g008>

La date la plus ancienne au radiocarbone pour un caryopse de blé nu remonte à 5304–5066 cal av. J.-C. (Baume d'Oullins, fig. 1 et 2). Ce n'est que sur les deux sites Impressa que le blé nu est nettement dépassé en nombre par les blés de glume, notamment par les amidonniers. L'emmer est l'espèce de blé glume la plus abondante sur nos sites. Les Emmer et le einkorn sont enregistrés à toutes les périodes mais leur abondance semble diminuer avec le temps (Fig 8). La culture très précoce de l'amidonnier est confirmée par plusieurs dates AMS au radiocarbone de grains récupérés sur les sites Impressa, tout autour de 5850–5700 cal avant JC (Fig. 1 et 2).

L'orge est fréquente à toutes les périodes (Fig 7) et bien représentée sur deux sites (Fig 8). Cela suggère que l'orge devrait être considérée comme une culture de base. La date la plus ancienne au radiocarbone est enregistrée à Taï (datation directe: 5227–5041 cal BC) mais des grains d'orge ont également été trouvés sur les sites Impressa. L'orge nue est la principale forme d'orge trouvée et peut-être la seule à être réellement cultivée pendant tout le néolithique précoce. Un seul grain de Taï a été provisoirement identifié comme orge décortiqué. Cela ne suffit pas pour évaluer que l'orge décortiquée était cultivée à ce moment-là dans la région.

Les légumineuses sont plus rares que les céréales. Trois espèces domestiquées ont été répertoriées: le pois rouge / gazon (*Lathyrus cicera / sativus*), la lentille (*Lens culinaris*) et le pois (*Pisum sativum*). La dernière espèce nommée est la plus fréquemment rencontrée dans les sites (Fig 7). Aucune impulsion n'a été détectée jusqu'à présent pendant la deuxième phase Cardial. Les légumineuses sont généralement plus nombreuses que les restes de céréales sur tous les sites, sauf à Balma de l'Abeurador, mais le nombre total de restes de cultures est trop faible sur le site pour évaluer correctement la proportion relative de céréales et de légumineuses.

La seule preuve de la culture des plantes oléagineuses concerne les graines de pavot (*Papaver setigerum* / *somniferum*) trouvées sur deux sites. Une seule graine carbonisée a été identifiée dans le site Impressa de Peiro Signado (ca. 5850–5600 cal BC) et 15 graines dans le niveau épicaudique de Taï (ca. 5200 cal BC). Malheureusement, il n'a pas été possible d'identifier les graines soit comme la forme domestiquée (*P. Somniferum* subsp. *Somniferum*) ou son ancêtre sauvage (*P. Somniferum* subsp. *Setigerum*).

3.3. Des fruits

Les restes de fruits sont communs et diversifiés. Au moins 14 taxons sont identifiés ([tableau S4](#)). Ils se composent tous les arbres et arbustes sauvages, typiques des forêts de chênes verts ouverts Méditerranée (*Arbutus de l'arbousier*, *Juniperus communis* / *oxycedrus* -Juniper, *lentisque* - Lentisque, *P. Terebinthus* -Terebinth) et des conditions plus mésophiles (*Cornus sanguinea* - Dogwood, *Corylus avellana*, *Prunus épineux* -Blackthorn, *Sambucus nigra* / *racemosa*- Noir / Rouge aîné, *S. ebulus*- aîné nain, *Vitis vinifera*—Grapevine). Sans surprise, les taxons méditerranéens ne se trouvent que dans des sites situés dans des zones soumises à des conditions bioclimatiques méditerranéennes. La présence de *Pistacia terebinthus* à Balma Margineda, à 970 m d'altitude dans les Pyrénées, s'explique par les conditions climatiques sèches. Cette espèce, avec d'autres éléments typiques des forêts de chênes verts méditerranéens, pousse encore aujourd'hui dans les basses vallées andorranes, [[27](#)].

Des restes de fruits de taxons mésophiles sont enregistrés dans des sites situés dans les zones tempérées mais aussi dans les zones méditerranéennes, où ils poussent surtout dans les plaines alluviales aux sols plus profonds et plus humides.

Les taxons les plus fréquents dans les archives archéobotaniques sont *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Quercus* sp. et *Vitis vinifera*. Dans certains sites, le nombre de fruits de restes est plus importante que celle des plantes cultivées. Ceci est particulièrement vrai pour la plupart des grottes et abris sous roche datant de la première partie du Cardial / Epicardial ([Fig 5](#)). Taï est le site où le plus grand nombre de taxons de fruits est identifié ([Fig 9](#) et [tableau S5](#)). Plusieurs taxons de fruits ne sont présents qu'à Taï et cela est dû pour une partie au vaste échantillonnage effectué sur ce site.

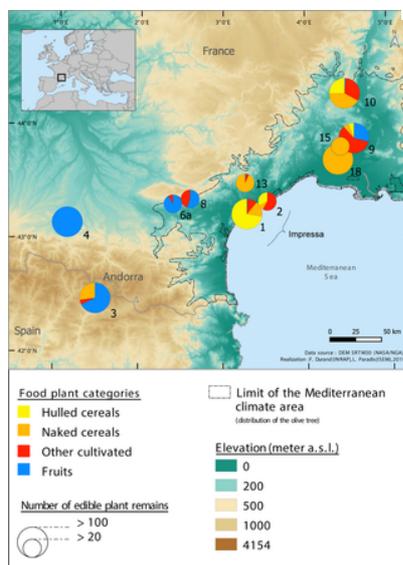


Fig 9. Composition des assemblages archéobotaniques (données en%) compte tenu des principales plantes alimentaires: céréales décortiquées, céréales nues, autres cultivées (céréales non identifiées, légumineuses et oléagineux) et fruits.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.g009>

3.4. Plantes herbacées sauvages

La liste des mauvaises herbes (plantes herbacées sauvages) comprend au moins 40 taxons. La présence de ces plantes sur les sites est généralement faible. Peu de sites, principalement des grottes et des abris sous roche de la première phase cardiale / épicaudique (avant 5000 cal av.J.-C.), ont livré plus de 10 graines de mauvaises herbes ([tableau S5](#)).

La proportion de mauvaises herbes était supérieure à 10% de l'assemblage total à seulement quatre sites de ce groupe et, de manière assez surprenante, dans deux de ces sites, seul un tamisage grossier a été effectué ([figure 5](#)). Le Taï peut à nouveau être considéré comme une exception, car le spectre taxonomique comprend au moins 33 taxons de mauvaises herbes, la plupart d'entre eux n'étant enregistrés que là-bas. La plupart des taxons de mauvaises herbes ne sont enregistrés qu'en un ou deux sites / phases. Très peu de taxons sont représentés par plus de 10 graines: *Carex* sp.-carex, *Chenopodium album* -goosefoot, *C. gp polyspermum* - pied d'oie à plusieurs graines, *Hyoscyamus albus* / *niger* - henné, *Linum cf. strictum* - lin dressé, Poaceae - Herbe, *Rumex* sp. — Dock et *Verbascum* sp. - Molène.

D'un point de vue écologique, une grande partie des taxons appartient à des communautés végétales synanthropes, typiques des sols perturbés par les activités humaines. La plupart d'entre eux sont des plantes rudérales, rencontrées principalement, soit sur les sols cultivés, soit dans les jachères et les terrains vagues. Les plantes de ces groupes sont signalées sur divers sites. Les mauvaises herbes ségétales (Secalinetea) sont mal documentées et enregistrées uniquement à Taï. Plusieurs taxons peuvent être attribués aux prairies ou aux pâturages secs. Cependant, la plupart d'entre eux sont identifiés avec une précision médiocre et il est donc impossible d'attribuer une importance écologique avec certitude. Enfin, diverses plantes poussent principalement sur des sols humides. On les rencontre notamment à Taï, où leur présence pourrait être associée aux berges du Gardon.

4. Discussion

4.1. Les premières cultures du nord-ouest de la Méditerranée: un système agricole transposé d'Italie

Les sites du complexe culturel Impressa représentent les plus anciennes colonies néolithiques de la Méditerranée occidentale, occupées vers 5850–5650 cal av. J.-C. [11 , 28]. Peu de sites Impressa sont connus dans le sud de la France, tous situés dans la zone littorale. Peiro Signado et Pont de Roque-Haute sont considérés comme de petits établissements de populations originaires de la péninsule italienne [11]. Les assemblages archéobotaniques disponibles [29] sont clairement dominés par les restes de céréales, en particulier par les blés décortiqués (plus grande abondance d'emmer que de einkorn) (Fig.9). La présence mineure de blé nu est également enregistrée. D'autres plantes cultivées, l'orge nue et le pois commun, n'ont été trouvées qu'à Peiro Signado. Cela pourrait s'expliquer par le plus grand nombre d'échantillons et de restes végétaux étudiés sur ce site. L'introduction précoce de cultures dans le sud de la France est confirmée par les résultats de datation au radiocarbone directement sur les caryopses de céréales (env. 5850–5650 cal av. J.-C.).

À Peiro Signado, les activités de transformation des cultures sont documentées par la présence de sous-produits de décortilage (amidons glumes). Il semble hautement probable que ces colons Impressa ont cultivé leurs propres cultures et peuvent donc être considérés comme les premières communautés agricoles du sud de la France, occupant les mêmes colonies pendant de longues périodes; au moins 80 ans à Pont de Roque Haute et 140 ans à Peiro Signado [14]. Ceci est confirmé par la présence de lames typiques des faucilles courbes, de nombreuses meules, l'abondance de poteries produites localement et la préparation et la consommation de moutons [28 , 30]. À Pont de Roque Haute, la découverte d'une fosse de stockage suggère un stockage à long terme de produits végétaux alimentaires [8].

L'accent mis sur les blés décortiqués est en accord avec ce qui est observé dans les sites plus orientaux du complexe Impressa. Dans l'abri sous-roche de Pendimoun (près de la frontière italienne), les restes de céréales récupérés dans les gisements d'Impressa (5730–5430 cal av. J.-C.) sont composés d'orge nue, d'amidonier et de pinson [31]. Emmer, einkorn et orge sont également les céréales dominantes dans la plupart des premiers sites italiens néolithiques, y compris Coppa Nevigata, Masseria Santa Teccia, Scamuso, Torre Sabea, Rendina (Pouilles et Basilicate), Acconia et Catanzaro (Calabre), La Marmotta (Latium), San Marco di Gubbio (Ombrie) et Cava Barbieri (Toscane) [32 , 33 , 34 , 35 , 36 , 37]. Le nombre limité de restes de fruits est un autre modèle courant entre le Pont de Roque Haute, Peiro Signado et les sites du Néolithique ancien d'Italie. Seul *Pistacia* sp. et *Vitis vinifera* sont signalés sporadiquement à Peiro Signado. Les fruits sont rares dans les sites italiens à l'exception de San Marco (Gubbio, Ombrie). À Pendimoun, cependant, d'abondants restes de glands (*Quercus* sp.) ont été retrouvés à la fin de l'occupation Impressa [31]. En bref, il semble que l'économie de subsistance du complexe Impressa était globalement axée sur les cultures, y compris seulement une petite contribution de plantes sauvages cueillies. Une tendance similaire est enregistrée par l'archéozoologie. La majorité des sites Impressa, y compris ceux du Languedoc, reposent principalement sur l'élevage, notamment ovin. Une faible proportion d'animaux chassés est enregistrée [38 , 39].

L'homogénéité du «package» de culture et de l'économie agricole entre les sites languedociens et la zone italienne d'Impressa s'explique par la rapidité du processus de colonisation. Cela aurait impliqué des déplacements rapides sur de longues distances de petits groupes humains par voie maritime, entraînant une transformation limitée des traditions techniques et économiques [40 , 41]. Le laps de temps entre l'émergence du complexe Impressa dans les Pouilles et la Calabre et les premières implantations en Provence et Languedoc peut avoir été aussi court qu'un siècle [42].

D'autre part, des différences mineures existent dans les spectres archéobotaniques dans toute la zone Impressa. Si l'orge nue est la seule forme de cette céréale enregistrée dans le Languedoc, l'orge à six rangs décortiquée est dominante dans les sites italiens. L'orge nue est apparemment très rare, voire inconnue des sites des Pouilles. Ailleurs, il a été enregistré à Rendina et Lago di Rendina [43], en Basilicate, San Marco (Gubbio, Ombrie), San Sebastiano di Perti (Finale Ligure, Ligurie) [44] et à Pendimoun. L'orge à deux rangs est identifiée sur plusieurs sites italiens, en particulier dans les Pouilles [35]. Comme dans les sites français Impressa, le blé nu est régulièrement enregistré en Italie, mais est généralement dépassé en nombre par le blé décortiqué. Le blé nu est particulièrement rare dans le sud de l'Italie, mais plus fréquent vers le centre et le nord-est de l'Italie, comme le suggèrent les données de San Marco (Gubbio, Ombrie), Cava Barbieri (Pienza, Toscane), la Marmotta (lac de Bracciano, Latium) [37] et Arene Candide (Finale Ligure, Ligurie) [44]. Cependant, nombre de ces contextes sont plus récents que les plus anciennes professions Impressa du sud de l'Italie. Dans les Pouilles, les formes nues sont mieux représentées après 5600 cal avant JC [35]. Pour le moment, il est difficile de comprendre les tendances chronologiques ou géographiques de l'essor des céréales nues. Concernant les légumineuses, elles sont sporadiquement représentées partout mais semblent plus fréquentes dans le sud que dans le nord de l'Italie [43].

De légères différences de pratiques agricoles, vers un rôle accru des céréales nues et une contribution quelque peu réduite des légumineuses, peuvent à terme être perçues sur l'ensemble de la zone Impressa, du sud de l'Italie au Languedoc. Il serait cependant nécessaire d'étudier plus en profondeur les différences perçues. Les données disponibles sont encore trop limitées. D'un point de vue géographique, une grande partie des résultats italiens provient des Pouilles et de la Basilicate, au sud, tandis que les données archéobotaniques sont plus limitées dans les autres régions d'Italie. De plus, un enregistrement chronologique détaillé est toujours manquant. Tous les sites n'ont pas été occupés simultanément et plusieurs d'entre eux ont été utilisés pendant une grande partie du 6^e millénaire av.

4.2. La prédominance des céréales nues dans le complexe Cardial / Epicardique: Homogénéité et variabilité

Quelques siècles après l'Impressa, la situation a radicalement changé dans le sud de la France avec le complexe Cardial / Epicardial, les céréales nues, en particulier le blé nu, devenant prédominantes dans les assemblages archéobotaniques. Cette tendance avait déjà été remarquée dans les travaux précédents [45 , 46].

Emmer est relativement important dans deux sites seulement, Taï et Baume d'Oullins, tous deux situés à proximité de la vallée du Rhône et occupés avant 5000 cal av. Taï appartient en fait au groupe epicardique tandis que Baume d'Oullins est un site typique de Cardial, ce qui suggère que l'utilisation de blés décortiqués ne se limite à aucun de ces groupes culturels. Emmer et einkorn sont encore enregistrés dans certains sites entre 5000 et 4500 cal avant JC mais uniquement par des grains sporadiques. Selon les données disponibles, le rôle du blé décortiqué a fortement diminué après la phase Impressa et a continué à diminuer au cours du 5^e millénaire. Cela correspond bien à ce qui se passe ensuite, car pendant la première partie du Néolithique moyen (vers 4500–4000 cal av. J.-C.), les céréales nues étaient largement prédominantes dans le sud de la France [47].

Il faut également considérer que le rôle des blés décortiqués aurait pu varier spatialement, comme cela semble se produire en Espagne. Dans le Cardial / Epicardial espagnol, les principales céréales étaient également du blé nu et de l'orge [48], mais les blés décortiqués avaient une contribution variable d'un site à l'autre; ils ont parfois joué un rôle important dans plusieurs régions du pays, en particulier pendant le 6^e millénaire avant notre ère. Ce fut le cas dans les premiers sites néolithiques du Pays Valenciano [48], dans les zones de la côte catalane [49], dans le centre de l'Espagne [50] et au Pays basque [51]. Dans le nord de l'Italie, des contrastes sont également notés, les blés de battage libre étant importants dans les parties centrale et nord-ouest tandis que rares dans le nord-est [52].

En bref, les données disponibles dans le sud de la France pour la période d'environ 5500–4500 cal av. J.-C. s'intègrent bien dans l'image plus large de la Méditerranée du Nord-Ouest; L'agriculture était dominée par les céréales nues, en particulier le blé de battage libre, mais comprenait également des contributions importantes de céréales décortiquées dans certaines zones. Leur rôle semble avoir diminué avec le temps. Ainsi, le passage du blé décortiqué au blé nu est la principale caractéristique du changement agricole au début du néolithique. En France, ce glissement semble d'autant plus marqué du fait de l'écart chronologique entre les sites Impresa et les premiers sites Cardial [14]. Il est possible que les sites qui pourraient éventuellement documenter un déclin progressif des blés de glume restent à découvrir.

Les changements entre les céréales décortiquées et les céréales nues se sont produits à des moments et à des endroits différents dans l'histoire de l'agriculture et peuvent s'expliquer par de multiples facteurs, peut-être étroitement liés. Les espèces céréalières diffèrent selon leurs besoins de croissance, la technologie requise pour la culture et la transformation, les utilisations possibles de céréales et de paille et les préférences socioculturelles [53]. La principale différence entre les céréales décortiquées et nues est que les formes nues sont plus faciles à traiter. Avec les céréales nues, les glumes sont simplement éliminées par battage et aucun décorticage fastidieux n'est nécessaire pour obtenir un grain propre. Ceci est particulièrement appréciable lorsque le grain est dédié à l'alimentation humaine. Ces derniers temps, les orges nues étaient généralement favorisées là où elles contribuaient de manière significative à l'alimentation humaine [54]. La priorité donnée aux céréales nues doit alors être considérée d'abord comme un choix humain. Mais ce choix aurait pu être facilité par des conditions climatiques plus favorables dans le nord-ouest de la Méditerranée par rapport à celles du sud de l'Italie au début de la période Impresa. Les blés décortiqués et l'orge sont considérés comme plus résistants et plus tolérants aux conditions environnementales difficiles que les céréales nues, notamment en raison de la protection offerte par les coques contre les insectes et les maladies [54 , 55]. On ne sait pas quel type de blé nu était cultivé dans le sud-ouest de la France. Tétraploïde (*Triticum durum* et *T. Turgidum*) et hexaploïde (*T. Aestivum*) les blés nus ne peuvent être distingués en archéobotanique qu'à partir des restes de rachis, mais aucun n'a été trouvé dans la zone. En Italie du Nord et en Espagne, les deux types de blé nu sont identifiés mais, dans les sites où les conditions gorgées d'eau permettent une bonne conservation des paillettes, le blé nu tétraploïde est soit nettement prédominant (la Draga, lac de Banyoles, Catalogne) [56] ou le seul blé nu enregistré (la Marmotta, lac de Bracciano, Latium) [37]. Il faut donc considérer que dans le sud de la France, le blé nu était aussi majoritairement de type tétraploïde. Les blés nus tétraploïdes sont mieux adaptés aux climats méditerranéens secs que les formes hexaploïdes [57].

Les reconstructions climatiques montrent que pendant tout le 6^{ème} millénaire av. J.-C., la côte nord-ouest de la Méditerranée a été caractérisée par des étés secs, tandis que des conditions plus humides et plus fraîches que celles d'aujourd'hui sont enregistrées dans le sud de l'Italie [58 , 59]. De plus, le climat du nord de la Méditerranée se caractériserait par de forts contrastes saisonniers au cours de la seconde partie du 6^{ème} millénaire avant JC, avec de fortes pluies de l'automne au printemps et des étés secs [60]. Ces conditions plus chaudes et plus sèches étaient certainement plus favorables aux céréales nues que celles du milieu du 6^{ème} millénaire avant JC dans le sud de l'Italie. Dans les Pouilles, la meilleure représentation des céréales nues pendant la seconde moitié du 6^e millénaire avant JC est attribué à la tendance à des conditions climatiques plus sèches [35].

Les preuves d'autres plantes cultivées en plus des céréales dans l'agriculture cardiale / épicaudique du sud de la France sont plutôt rares. Les légumineuses comprennent le pois rouge / gazon (*Lathyrus cicera / sativus*), la lentille (*Lens culinaris*) et avec une fréquence plus élevée le pois (*Pisum sativum*).

La rareté des légumineuses est une caractéristique commune dans tout le nord-ouest de la Méditerranée. Cependant, dans certaines zones spécifiques ou dans certains sites particuliers, des graines de légumineuses de différentes espèces peuvent être présentes en abondance (des dizaines de graines ou plus). Au Néolithique ancien, les légumineuses étaient légèrement plus importantes vers le sud, dans le sud de l'Italie [43] et dans le sud de l'Espagne [53] mais l'exemple de Sammardenchia-Cueis, Udine, montre que les légumineuses peuvent être diversifiées et abondantes dans le nord de l'Italie, en dehors la zone Cardial [37].

Concernant les plantes oléagineuses du Néolithique ancien de la Méditerranée occidentale, elles sont représentées par de rares découvertes de lin (*Linum usitatissimum*) et de pavot à opium (*Papaver somniferum*). Les deux espèces sont signalées en Italie [37 , 43] et en Espagne [48 , 56 , 61].

Le lin n'a jamais été répertorié dans le sud de la France mais cela pourrait changer à l'avenir avec un échantillonnage plus poussé et un tamisage fin. En revanche, plusieurs graines de pavot à opium (*Papaver somniferum*) ont été trouvées à Taï (vers 5200 cal avant JC) et, en raison de leur emplacement dans une seule fosse, elles sont considérées comme des plantes cultivées plutôt que sauvages [19]. Un seul *Papaver somniferum* subsp. *Des* graines de *setigerum / somniferum* ont également été trouvées sur le site Impresa de Peiro Signado, mais cela ne suffit pas pour plaider en faveur d'une culture précoce du pavot à opium. L'ancêtre sauvage du pavot à opium (*P. Somniferum* subsp. *Setigerum*) est en fait considéré comme originaire de la Méditerranée occidentale. Elle a donc été domestiquée ici plutôt qu'importée de l'Est comme d'autres plantes cultivées néolithiques [62].

La graine carbonisée récupérée à Peiro Signado suggère que l'homme était déjà familier avec la plante, que le pavot soit déjà cultivé ou simplement poussant comme mauvaise herbe dans les champs cultivés et récolté involontairement avec la récolte.

Selon le dernier aperçu, le pavot à opium a été identifié dans plusieurs sites du Néolithique ancien de la Méditerranée occidentale au moins à partir de 5300 cal av. J.-C. [63]. En Espagne, il est signalé à Cueva de los Murciélagos de Zuheros (province de Cordoue, Andalousie), sur des sites situés dans la Meseta et à la Draga, en Catalogne [48 , 56 , 64]. En Italie, la récupération de nombreux restes de pavot à opium à la Marmotta, favorisée par les conditions gorgées d'eau, pourrait même être plus ancienne que 5300 cal avant JC [37]. À partir d'environ 5200 cal av. J.-C., le pavot est devenu commun dans la région de Linearbandkeramik [65], très probablement en raison des premiers contacts avec les régions cardiaques / épicaudiques.

4.3. Consommation de fruits et de ressources sauvages

La consommation d'aliments végétaux sauvages et la persistance des activités de cueillette pendant la période néolithique ne peuvent être facilement retracées, principalement en raison de problèmes taphonomiques. En conséquence, la contribution des aliments végétaux sauvages à l'alimentation humaine est largement sous-estimée dans de nombreux sites néolithiques, en particulier dans les établissements secs où seuls les restes carbonisés sont préservés [66 , 67]. Les denrées alimentaires collectées consommées à l'extérieur des colonies sont invisibles. Les feuilles, les pousses, les racines et les tubercules laissent rarement des traces dans les registres carbonisés [68]. Il est également très difficile de distinguer les graines de plantes herbacées qui peuvent avoir été transportées dans les colonies pour leur valeur alimentaire, de celles apportées pour les animaux ou simplement par accident avec les récoltes ou pour toute autre raison.

En raison de leur valeur nutritionnelle généralement élevée et du fait qu'ils sont moins susceptibles d'être transportés involontairement vers les colonies que les mauvaises herbes, les fruits des arbres et des arbustes sont considérés dans la plupart des études archéobotaniques comme la preuve la plus directe de la cueillette d'aliments végétaux sauvages. L'étude d'un site gorgé d'eau tel que la Draga montre néanmoins comment les articles carbonisés ne représentent qu'une fraction de la production de fruits et, par conséquent, comment la consommation de fruits est sous-estimée sur les sites «secs» du Néolithique précoce [56 , 69].

Dans les sites du Néolithique ancien du sud de la France, des restes de fruits sont fréquemment enregistrés. Ils sont même parfois plus nombreux que les restes de plantes cultivées. Les plus fréquents sont les fruits du cornouiller, les raisins, les noisettes et les glands. La contribution des fruits est plus élevée dans les grottes et les abris sous-roche de l'arrière-pays, qui datent majoritairement de la première phase cardiale / épicaldique. Les fruits sont plus rarement trouvés sur les sites Impressa et les sites cardiaux / épicaldiques tardifs des basses terres (Fig.9). Bien entendu, les données disponibles sont encore trop limitées pour être représentatives mais ce schéma est cohérent avec la situation observée par l'archéozoologie. Dans la zone, la contribution des animaux chassés à l'économie augmente généralement avec le temps, plus élevée à Cardial que dans les sites Impressa [38 , 39]. De plus, une tendance spatiale existe également: les activités de chasse sont plus importantes dans l'arrière-pays que dans les sites littoraux [38 , 39]. Notre schéma rappelle également ce que l'on observe de l'autre côté des Pyrénées, en Espagne, où les restes de fruits carbonisés sont plus fréquents dans les sites de montagne. Ceci est interprété comme le résultat d'activités particulières de transformation de fruits qui ont lieu dans ces colonies [67 , 69]. Les noisettes et les glands surtout, récupérés en grande quantité, auraient été torréfiés en vrac pour faciliter leur stockage. D'autre part, d'autres chercheurs soutiennent que c'est la consommation quotidienne de noisettes qui peut favoriser leur exposition au feu, en jetant les coquilles indésirables dans les incendies domestiques ou même en les utilisant comme combustible [70]. Dans notre cas, les données sont insuffisantes pour favoriser l'une de ces deux hypothèses. Aucune concentration de restes de fruits, ni aucune autre indication possible d'activités de transformation spécialisée des fruits, n'a été trouvée jusqu'à présent.

Une autre pratique qui pourrait bien expliquer la meilleure représentation des fruits dans certaines grottes et abris sous roche est la collecte de fourrage à feuilles pour les animaux domestiques. En Espagne, Pérez-Jordà *et al.* [48] considère que les restes de fruits sauvages sont plus fréquents dans les grottes liées à l'élevage que dans d'autres. À Taï, où le plus grand nombre et la plus grande diversité de restes de fruits a été trouvé, nous avons fait valoir que la forte représentation des plantes sauvages pourrait résulter de la collecte de fourrage ou de litière pour les animaux détenus sur le site [19].

En résumé, la meilleure représentation des fruits carbonisés dans les grottes et les abris sous-roche de l'arrière-pays est probablement due à plusieurs activités économiques, pas nécessairement exclusives les unes des autres (importance des fruits dans l'alimentation, transformation spécifique des fruits et stabulation des animaux). Il est impossible de dire dans quelle mesure l'importance des fruits est liée à la nature des sites, dans les grottes ou abris sous roche, ou à leur emplacement dans l'arrière-pays.

4.4. Techniques de culture dans le complexe Cardial et diffusion de l'agriculture

Il est également très difficile d'estimer l'importance de la production agricole locale et la variabilité entre les sites, notamment du littoral à l'arrière-pays. Les sous-produits typiques de la transformation des cultures, les restes de paillettes et les graines de mauvaises herbes, sont rares sur nos sites, même dans les échantillons finement tamisés. Les restes de paillettes les plus courants, les bases des glumes des blés décortiqués, sont toujours dépassés en nombre par les grains de blé décortiqués dans les assemblages. Le plus grand nombre de graines de mauvaises herbes se trouve dans les grottes et les abris sous roche, certains probablement apportés par ou pour les animaux domestiques (excréments, fourrage) plutôt que par suite des activités de transformation des cultures.

La rareté des paillettes et des graines de mauvaises herbes pourrait résulter de plusieurs raisons [par exemple 70 , 71], en particulier le traitement des cultures loin des colonies ou le traitement en vrac immédiatement après la récolte. Dans de tels cas, les sous-produits ont moins de chances d'être carbonisés dans les foyers domestiques. La transformation post-récolte en vrac concerne particulièrement les céréales nues - dominantes pendant le Cardial / Epicardial - mais est également possible pour les blés décortiqués, même si elle n'est pas aussi simple car l'élimination des glumes nécessite un décorticage long [72]. La transformation en vrac a déjà été émise en Languedoc pour le néolithique tardif [73].

La rareté des graines de mauvaises herbes pourrait être favorisée par la récolte de céréales haut sur la paille, laissant la plupart des mauvaises herbes dans le champ. Le seul résidu probable de stockage qui a été trouvé au Mas Neuf ne contenait pas du tout de graines de mauvaises herbes. Cela pourrait résulter soit de la récolte uniquement des épis de céréales, soit d'un nettoyage en profondeur avant le stockage. Une récolte élevée a également été suggérée dans le cas du Néolithique ancien de La Draga, en Catalogne [56 , 74]. Cette méthode est en accord avec les outils de récolte du sud de la France. À partir d'environ 5300 cal av. J.-C., les couteaux de récolte avec des lames à manche parallèle enregistrées sont mieux adaptés pour récolter uniquement les épis [75 , 76].

Même s'ils sont rares, la plupart des taxons herbacés identifiés dans nos sites appartiennent à des communautés végétales synanthropes, poussant sur des terres cultivées et rudérales, ce qui suggère l'existence de champs cultivés à proximité. Cela est particulièrement évident à Taï, où la dominance et la diversité des mauvaises herbes ségétiques et rudérales peuvent être considérées comme des preuves de la culture locale. Les informations fournies par les adventices sont néanmoins insuffisantes pour retracer la diffusion des pratiques agricoles dans le sud-ouest de la France.

Cependant, dans les basses terres méditerranéennes, les activités agricoles sont enregistrées sur les sites Cardial et Epicardial en fonction de la présence de structures et d'outils dédiés. Des fosses de stockage souterraines ont été trouvées dans plusieurs sites (Mas de Vignoles 10, Mas Neuf, Taï, Aspre del Paradis). La seule concentration importante de céréales a été enregistrée, comme gisement secondaire, dans l'une de ces fosses, au Mas Neuf, comme mentionné précédemment. On pense que les assemblages de grains à haute densité sont plus susceptibles de se produire sur les sites où les céréales sont produites et consommées à grande échelle [26]. Des couteaux de récolte (Taï, Mas de Vignoles 10 ainsi que des outils de meulage (Mas de Vignoles 10, Mas Neuf, Taï, Aspre del Paradis) ont également été trouvés.

Vers l'arrière-pays, les sites du Néolithique ancien sont plus dispersés, avec des établissements mal caractérisés, souvent situés dans des grottes et des abris sous roche. Par conséquent, les preuves des activités de culture sont très faibles. Dans certains sites, il a été jusqu'à présent impossible de récupérer des données archéobotaniques fiables. Dans d'autres (Buholoup, Roc de Dourgne), seuls des restes de plantes sauvages ont été identifiés. Cependant, à Balma Margineda (Andorre) et à Baume d'Oullins (Gard), les céréales étaient clairement utilisées. Dans les deux cas, la datation au radiocarbone des grains de blé et d'orge a confirmé leur chronologie.

Selon toute vraisemblance, l'agriculture était pratiquée dans l'arrière-pays mais son rôle reste extrêmement difficile à évaluer et est manifestement sous-estimé. Il faut rappeler que même dans les sites néolithiques dépendant des céréales, les grains sont généralement relativement rares dans le registre carbonisé, et peuvent être sous-représentés par rapport aux restes de fruits tels que les coquilles de noisettes [70]. Les indicateurs anthropiques polliniques témoignent des activités agro-pastorales dans l'arrière-pays, mais le signal est variable dans l'espace et se produit plus tard que dans la zone littorale, environ 5300–4500 cal av. période à des altitudes plus élevées [77 , 78]. L'élevage a été pratiqué dans toute la zone au début du Néolithique, malgré les preuves de l'importance de la faune sauvage dans l'arrière-pays [38]. Dans les Pyrénées méridionales, non loin de Balma Margineda, l'existence d'activités agricoles locales est confirmée à Coro Trasito et Camp del Colomer par la présence de céréales et de paillettes, de restes de meules et de fosses de stockage [69 , 79 , 80]. Cependant, dans l'abri sous-roche d'El Trocs, l'absence de sous-produits de la transformation des cultures suggérerait que le blé et l'orge entièrement transformés étaient transportés vers le site depuis ailleurs [81]. La diversité des situations doit avoir été aussi importante dans les Pyrénées du Sud que dans le Sud-Ouest de la France. On pense que la dispersion des établissements cardiaux de petite taille dans tous les biotopes a permis d'exploiter la plus grande diversité de ressources et de favoriser les complémentarités économiques entre sites et territoires par des mouvements ou échanges saisonniers [9 , 41]. Le rôle de l'agriculture dans ces réseaux est encore très mal connu. Ces questions représentent des questions fondamentales pour des recherches ultérieures.

Conclusions

L'objectif principal de cet article était de fournir une première tentative de caractérisation des ressources végétales alimentaires, des pratiques culturelles et de leurs variations dans le temps et dans l'espace au début du Néolithique dans le sud-ouest de la France, sur la base d'une revue critique des données archéobotaniques actuelles. Dans le contexte de la néolithisation de la Méditerranée occidentale, réalisée par les communautés humaines du complexe Impressed Ware, le sud-ouest de la France est une zone intéressante, car elle offre l'opportunité d'étudier 1) la transition chrono-culturelle d'Impressa à Cardial / Les groupes épiscardiaux, les deux principales communautés culturelles responsables de cette néolithisation, 2) la diffusion de l'économie agricole du littoral méditerranéen vers l'arrière-pays.

Il s'est toutefois avéré difficile d'acquérir de nouvelles données à partir de fouilles récentes sur les sites du Néolithique ancien, car ceux-ci, régulièrement limités à quelques éléments archéologiques peu caractéristiques, ne sont souvent pas détectés. Les fouilles à grande échelle sont par conséquent rares. Jusqu'à présent, les prélèvements archéobotaniques réalisés lors de nouvelles fouilles se sont avérés négatifs sur plusieurs sites. D'autre part, l'exemple de Taï montre que, dans certains cas, un travail intensif sur le terrain donne l'opportunité de réaliser un échantillonnage extensif de matériel archéobotanique carbonisé bien conservé.

Il devient évident que les données archéobotaniques issues des premières études ont encore un rôle majeur à jouer dans la documentation disponible. La révision critique de toutes les données des premières études fournit un ensemble de données propre et validé. Elle est cependant insuffisamment représentative à bien des points de vue: échantillonnage restreint, techniques de récupération inadéquates sur de nombreux sites, nombre limité de sites répartis sur une grande superficie et répartition spatiale inégale. En conséquence, très peu de jeux de données peuvent être considérés en dehors de la région méditerranéenne. Cela illustre tout d'abord la difficulté de fouiller et d'échantillonner des contextes stratigraphiques sécurisés du Néolithique précoce dans la zone tempérée.

D'un point de vue global, les résultats du Sud-Ouest de la France correspondent et complètent de manière satisfaisante les informations de l'Italie et de l'Espagne. L'économie agricole des sites Impressed du Languedoc se concentre sur les blés décortiqués, en accord avec la situation observée en Italie. La contribution mineure des céréales nues identifiées dans l'Impressa du Languedoc pourrait être une innovation par rapport aux sites les plus anciens du sud de l'Italie. Les céréales nues jouent plus tard un rôle dominant dans l'agriculture cardiale / épiscardiale en France et en Espagne, mais les céréales décortiquées ont encore une certaine importance localement, en particulier pendant le 6^{ème} millénaire cal BC. Cette variabilité et la dynamique du passage des céréales décortiquées aux céréales nues nécessitent encore une enquête plus approfondie, mais cela ne sera possible qu'avec un réexamen systématique et attentif de la documentation existante à une échelle macro-régionale, afin d'avoir un et des archives archéobotaniques chronologiquement détaillées dans toute la Méditerranée occidentale.

Au sein de la zone française Cardial / Epicardial, nos données suggèrent un rôle plus important des fruits sauvages dans les sites de l'arrière-pays. Parallèlement, ces sites montrent une contribution plus ténue des cultures et de l'agriculture. Des comparaisons peuvent être faites avec la situation des régions voisines ou avec les résultats des restes fauniques. Cependant, dans l'état actuel des connaissances, il serait beaucoup trop simpliste de tirer une conclusion sans équivoque sur le faible rôle de l'agriculture dans la zone tempérée. Tout d'abord, le manque de preuves des cultures et des activités de culture résulte des difficultés d'identification et de fouille des sites et de réalisation d'échantillons archéobotaniques à grande échelle. Ces difficultés sont à leur tour causées par la petite taille et la variabilité des sites.

Renseignements à l'appui

Tableau S1. Sites récemment étudiés avec des occupations présumées du début du Néolithique.

Entre parenthèses: numéro de département.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.s001>
(XLSX)

Tableau S2. Liste des données archéobotaniques actuelles des sites et sites / phases qui ont été conservées après révision des données stratigraphiques, culturelles et radiocarbones.

Entre parenthèses: numéro de département.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.s002>
(XLSX)

Tableau S3. Dattes au radiocarbones réalisées sur des graines carbonisées.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.s003>
(XLSX)

Tableau S4. Résultats archéobotaniques liés aux plantes cultivées et aux fruits sauvages synthétisés selon les principales phases chrono-culturelles.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.s004>
(XLSX)

Tableau S5. Résultats archéobotaniques détaillés pour chaque site du Néolithique ancien.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230731.s005>

(XLSX)

Remerciements

Nous remercions les directeurs scientifiques suivants et leurs institutions de nous avoir donné l'opportunité d'étudier d'éventuels échantillons du Néolithique ancien dans les sites qu'ils fouillaient: J. Bonhy (Archeodunum; site Prairie du Lieu-Dieu), E. Defranould (Université Toulouse 2 – Jean Jaurès; site Combe Grèze), A. Raux (Inrap; site La Farigoule). Nous remercions L. Paradis (ISEM, CNRS) pour son aide dans la préparation des chiffres. Nous remercions les deux relecteurs qui ont fourni des commentaires très utiles qui ont contribué de manière significative à améliorer la version finale de l'article.

Références

1. Childe VG. L'aube de la civilisation européenne. Londres: K. Paul, Trench, Trubner & Co; 1925.
 2. Guilaine J. La transition néolithique en Europe: quelques commentaires sur les lacunes, les contacts, le modèle arythmique, la génétique. Dans: Starnini E, éditeur. Archéologie anticonformiste: documents en l'honneur de Paolo Biagi. Oxford: archéopresse; 2013, p. 55–64
 3. Thomas J. Débats actuels sur la transition mésolithique-néolithique en Grande-Bretagne et en Irlande. *Documenta Praehistorica* 2004; 31: 113-130.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
 4. Tresset A, Vigne JD. Substitution d'espèces, de techniques et de symboles à la transition mésolithique-néolithique en Europe occidentale. *Proc. Acad britannique*. 2007; 144: 189-210.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
 5. Évêque RR, Église MJ, Rowley-Conwy PA. Céréales, fruits et noix dans le néolithique écossais. *Actes de la Society of Antiquaries of Scotland* 2009; 139: 47-103.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
 6. Stevens CJ, Fuller DQ. L'agriculture néolithique a-t-elle échoué? Le cas de la révolution agricole de l'âge du bronze dans les îles britanniques. *Antiquité* 2012; 86: 707–722.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
- sept.** Valamoti SM. Récolter le «sauvage»? Explorer le contexte de l'exploitation des fruits et des noix au néolithique Dikili Tash, avec une référence particulière au vin. *Histoire de la végétation et archéobotanique* 2015; 24: 35–46.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
8. Bernabeu Aubán J, Barton CM, Pardo Gordó S, Bergin SM. Modélisation de la dispersion néolithique initiale. Les premiers groupes agricoles en Méditerranée occidentale. *Modélisation écologique* 2015; 307: 22–31.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
 9. Perrin T, Manen C, Valdeyron N, Guilaine J. Au-delà de la mer... La transition néolithique dans le sud-ouest de la France. *Quaternaire International* 2017; 470: 318–332.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
- dix.** Guilaine J, Manen C. Du mésolithique au début du néolithique en Méditerranée occidentale. Dans: Whittle A, Cummings V, éditeurs. *En passant: la transition mésolithique-néolithique en Europe du Nord-Ouest*. Oxford: Oxford University Press; 2007. pp. 21–51.
11. Manen C, Perrin T, Raux A, Binder D, Le Bourdonnec FX, Briois F et al. Le sommet de l'iceberg? Colonisation pionnière et néolithisation de la France méditerranéenne. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 2019; 116,2: 317–361.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
 12. Guilaine J, Manen C, Martzluff M. Le Néolithique ancien en Languedoc occidental et Roussillon. Dans: Remolins Zamora G, Gibaja Bao JF, éditeurs. *Les Valls d'Andorra durant el Neolític: un encreuament de camins al center dels Pirineus*. Monografies del Mac 2. Barcelone: Museu d'Arqueologia de Catalunya; 2018. pp. 77–90.
 13. Bernabeu Aubán J, Martí Oliver B. Les premiers groupes agricoles de la péninsule ibérique. Dans: Manen C, Perrin T, Guilaine J, éditeurs. *La transition néolithique en Méditerranée*. Toulouse: Archives d'Ecologie Préhistorique; 2014. pp. 419–438.
 14. Manen C, Perrin T, Guilaine J, Bouby L, Bréhard S, Briois F et al. La transition néolithique en Méditerranée occidentale: un processus de diffusion complexe et non linéaire. Le dossier radiocarbone revisité. *Radiocarbone* 2018: 1–41
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
 15. Perrin T. Potentialités de contacts entre mésolithiques et néolithiques dans le sud de la France. Dans: Jaubert J, Fourment N, Depaepe P, éditeurs. *Transitions, ruptures et continuité en Préhistoire: [Volume 1: Évolution des techniques — Comportements funéraires — Néolithique ancien]*, Congrès préhistorique de France. *Compte Rendu de la 27ème Session, Bordeaux 2010 [Session H]*. Paris: Société préhistorique française; 2013. pp. 357–372.
 16. Perrin T, Manen C, Sejalon P (éditeurs). *Le néolithique ancien de la plaine de Nîmes (Gard, France)*. Toulouse: Archives d'Ecologie Préhistorique / Inrap; 2014.
 17. Marinval P. Cueillette, agriculture et alimentation végétale de l'Épipaléolithique jusqu'au 2ème âge du Fer en France méridionale. *Apports paléthnographiques de la carpologie*. PhD, EHESS, Paris. 1988.
 18. Manen C, Bouby L, Carrere I, Coularou J, Devillers B, Muller C et al. Nouvelles données sur le Néolithique ancien gardois: résultats des campagnes de fouilles 2001–2002 de la grotte du Tai (Remoulins). Dans: Darteville H, rédacteur. *5èmes rencontres Méridionales de Préhistoire Récente*. Auvergne et Midi, actualité de la recherche. Cressensac: *Préhistoire du Sud-Ouest, Supplément 9*; 2004. pp. 321–336.

19. Bouby L, Durand F, Rousselet O, Manen C. Première économie agricole en France méditerranéenne: restes de fruits et de graines du néolithique précoce à tardif du site de Tai (vers 5300–3500 cal av. J.-C.). *Histoire de la végétation et archéobotanique* 2019; 28, 1: 17–34. PMID: 30872899
[Voir l'article](#) • [PubMed / NCBI](#) • [Google Scholar](#)
20. Bronk Ramsey C, 2017. <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal/OxCal.html>
21. Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Ramsey CB, et al. Courbes d'étalonnage de l'âge du radiocarbone IntCal13 et Marine13 0–50 000 ans cal BP. *Radiocarbone* 2013; 55, 4: 1869–87.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
22. Manen C, Sabatier P. Chronique radiocarbone de la néolithisation en Méditerranée nord-occidentale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 2003; 100, 3: 479–504.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
23. Gilles R. Le Néolithique et l'Âge du Bronze de la grotte Saint-Marcel à Bidon (Ardèche). *Ardèche Archéologie* 1988; 5: 3–41.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
24. Bouby L, Figueiral I. Les ressources végétales du Néolithique ancien nîmois: Mas de Vignoles X et Mas Neuf. In: Perrin T, Manen C, Séjalon P, éditeurs. *Le Néolithique ancien de la plaine de Nîmes (Gard, France)*. Toulouse: Archives d'Ecologie Préhistorique; 2014. pp. 339–343.
25. Jacomet S, Brombacher C, Dick M. Archäobotanik am Zürichsee. Zurich: *Berichte der Zürcher Denkmalpflege, Monographien* 7; 1989. 348 p.
26. Veen van der M, Jones G. Une ré-analyse de la production et de la consommation agricoles: implications pour comprendre l'âge du fer britannique. *Histoire de la végétation et archéobotanique* 2006; 15: 217–228.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
27. Heinz C, Vernet JL. Anàlisi antracològica dels nivells mesolítics i neolítics de la Balma de la Margineda, paleoecologia i relacions home-vegetació. Dans: Guilaine J, Martzluff M, éditeurs. *Les fouilles à la Balma de la Margineda (1979–1991)*. Andorre: Edicions del Govern d'Andorra, Série Prehistòria d'Andorra 3; 1995. pp. 26–64.
28. Guilaine J, Manen C, Vigne JD, éditeurs. *Pont de Roque Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*. Toulouse: Archives d'Ecologie Préhistorique; 2007.
29. Marinval P. Premières données sur l'économie végétale. Dans: Guilaine J, Manen C, Vigne JD, éditeurs. *Pont de Roque Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*. Toulouse: Archives d'Ecologie Préhistorique; 2007. pp. 215–217.
30. Philibert S, Brioso F, Manen C, Gibaja JF, Gassin B. Analyse de l'usage-usure de l'industrie lithique néolithique précoce de Peiro Signado: une implantation pionnière dans le sud de la France. Dans: Marreiros J, Gibaja JF, Bicho N, éditeurs. *International Conference on Use-wear Analysis: Use-wear 2012*. Cambridge: Cambridge Scholar Publishing 2014. pp. 642–651.
31. Binder D, Battentier J, Bouby L, Brochier JE, Carré A, Cucchi T et al. Première agriculture dans le nord-ouest de la Méditerranée: témoignages de Castellar – Pendimoun au gème moulin. BCE. Dans: Gron K, Rowley-Conwy P, Sorensen L, éditeurs. *Les agriculteurs à la frontière: une perspective paneuropéenne sur la néolithisation*. Oxford: livres Oxbow; à venir.
32. Costantini L, Stancanelli M. La preistoria agricola dell'Italia centro-meridionale: il contributo delle indagini archeobotaniche. *Origini* 1994; 18: 149–244.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
33. Costantini L. L'origine du régime méditerranéen en Italie. *Rivista di Antropologia* 1998; 76: 7–15.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
34. Castelletti L, Rottoli M. L'agricoltura neolitica italiana. Una sintesi delle conoscenze attuali. Dans: Pessina A, Muscio G, éditeurs. *Settemila anni fa, il primo pane: ambienti e culture della società neolitiche*. Udine: Museo Friulano di Storia Naturale; 1998. pp. 15–24.
35. Fiorentino G, Caldara M, De Santis V, D'Oronzo C, Muntoni IM, Simone O et al. Changements climatiques et interactions homme-environnement dans la région des Pouilles, dans le sud-est de l'Italie, pendant la période néolithique. *L'Holocène* 2013; 23, 9: 1297–1316.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
36. Marinval P. Torre Sabea et la première agriculture en Méditerranée centrale. Dans: Guilaine J, Cremonesi G, éditeurs. *Torre Sabea, un établissement du Néolithique ancien en Salento*. Rome: Ecole Française de Rome, Coll. De l'Ecole Française de Rome 315; 2003. pp. 316–324.
37. Rottoli M, Pessina A. L'agriculture néolithique en Italie: une mise à jour des données archéobotaniques. Dans: Colledge S, Conolly J, éditeurs. *Les origines et la propagation des plantes domestiques en Asie du Sud-Ouest et en Europe*. Walnut Creek: presse de la côte gauche; 2007. pp. 141–153.
38. Vigne JD. Exploitation des animaux et néolithisation en Méditerranée nord-occidentale. Dans: Guilaine J, Manen C, Vigne JD, éditeurs. *Pont de Roque Haute. Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*. Toulouse: Archives d'Ecologie Préhistorique; 2007. pp. 221–301.
39. Rowley-Conwy P, Gourichon L, Helmer D, Vigne JD. Les premiers animaux domestiques en Italie, en Istrie, dans les îles Thyrhéniennes et dans le sud de la France. Dans: Colledge S, Conolly J, Dobney K, Manning K, Shennan S, éditeurs. *Les origines et la propagation des animaux domestiques en Asie du Sud-Ouest et en Europe*. Walnut Creek: presse de la côte gauche; 2013. pp. 161–194.
40. Manen C, Convertini F. Néolithisation de la Méditerranée occidentale: productions de poterie, circulation et recombinaison. Dans: Borrell M, Borrell Tena F, Bosch Argilagós J, Clop Garcia X, Molist Montaña M, éditeurs. *Congrés Internacional: Xarxes al neolític. Circulació i intercanvi de matèries, productes i idees a la Mediterrània occidental (VII-III mil.lenni aC)*. Gavà: Museu de Gavà, Rubricatum 5; 2012. pp. 363–368.
41. Manen C, Hamon C. Les mécanismes de la néolithisation de la France. Dans: Guilaine J, Garcia D, éditeurs. *La Protohistoire de la France*. Paris: Hermann éditeurs; 2018. pp. 11–26.

42. Binder D, Lanos P, Angeli L, Gomart L, Guilaine J, Manen C et al. Modélisation de la dispersion nord-ouest la plus ancienne des nouvelles dates et du modèle chronologique bayésien. *Documenta Praehistorica* 2017; 44: 54–77.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
43. Uccesu M, Sau S, Lugliè C. Exploitation des cultures et des plantes sauvages en Italie pendant la période néolithique: Nouvelles données de Su Mulinu, site néolithique moyen de la Sardaigne. *Journal of Archaeological Science: Rapports* 2017; 14: 1–11.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
44. Arobba D, Caramiello R. Rassegna dei ritrovamenti paleobotanici d'interesse alimentare in Liguria tra Neolitico ed età del Ferro e variazioni d'uso del territorio. *Atti Soc. Nat. Tapis. Modène* 2006; 137: 229–247.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
45. Erroux J, Courtin J. Aperçu sur l'agriculture préhistorique dans le sud-est de la France. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie* 1974; 8, 3–4: 325–336.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
46. Marinval P. Approche carpologique de la néolithisation du sud de la France. Dans: Anderson PC, éditeur. *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*. Paris: CNRS, Monographies du CRA 6; 1993. pp 256-263.
47. Martin L, Bouby L, Marinval P, Dietsch-Sellami MF, Rousselet O, Cabanis M et al. L'exploitation des ressources végétales durant le Chasséen: un bilan des données carpologiques en France entre 4400 et 3500 avant notre ère. Dans: Perrin T, Chambon P, Gibaja Bao JF, Goude G, éditeurs. *Le Chasséen, des Chasséens... Retour sur une culture nationale et ses parallèles: Sepulcres de fossa, Cortaillod, Lagozza. Actes du colloque international tenu à Paris (France) du 18 au 20 novembre 2014*. Toulouse: Archives d'Ecologie Préhistorique; 2016. pp 259-272.
48. Pérez-Jordá G, Peña-Chocarro L, Morales Mateos J, Zapata L. Chapitre 7. Preuve des premières pratiques de gestion des cultures en Méditerranée occidentale: dernières données, nouveaux développements et perspectives d'avenir. Dans: García Puchol O, Salazar García DC, éditeurs *Times of Neolithic transition along Western Mediterranean*. New York: Springer; 2017. pp 171–197.
49. Antolín F, Jacomet S, Buxó R. La vie dure. Données archéobotaniques sur les pratiques agricoles au Néolithique (5400e2300 cal avant JC) dans le nord-est de la péninsule ibérique. *Journal of Archaeological Science* 2015; 61: 90-104.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
50. Stika HP. Début de l'agriculture néolithique à Ambrona, Provincia Soria, centre de l'Espagne. *Histoire de la végétation et archéobotanique* 2005; 4: 189–197.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
51. Zapata L. Premiers agriculteurs le long de la côte du golfe de Gascogne. Dans: Colledge S, Conolly J, éditeurs. *Les origines et la propagation des plantes domestiques en Asie du Sud-Ouest et en Europe*. Walnut Creek: presse de la côte gauche; 2007. pp 189–208.
52. Rottoli M. Diversité des cultures entre l'Europe centrale et la Méditerranée: aspects de l'agriculture du nord de l'Italie. Dans: Chevalier A, Marinova E, Peña-Chocarro L, éditeurs. *Plantes et personnes. Choix et diversité dans le temps*. Oxford: livres Oxbow; 2014. pp. 76–81.
53. Peña-Chocarro L, Zapata L. Diversité des cultures au néolithique de la péninsule ibérique. Dans: Chevalier A, Marinova E, Peña-Chocarro L, éditeurs. *Plantes et personnes. Choix et diversité dans le temps*. Oxford: livres Oxbow; 2014. pp. 96-100.
54. Lister DL, Jones MK. L'orge nue est-elle une culture orientale ou occidentale? Les preuves combinées de l'archéobotanique et de la génétique. *Histoire de la végétation et archéobotanique* 2013; 22: 439–446.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
55. Nesbitt M, Samuel D. De la culture de base à l'extinction? L'archéologie et l'histoire des blés décortiqués. Dans: Padulosi S, Hammer K, Heller J, éditeurs. *Blés décortiqués, Actes du premier atelier international sur les blés décortiqués, 21-22 juillet 1995, Castelvechio Pascoli, Toscane, Italie*. Rome: IPGRI; 1996. pp. 41-100.
56. Antolín F. Local, intensif et diversifié? Les premiers agriculteurs et l'économie végétale dans le nord-est de la péninsule ibérique (5500–2300 cal avant JC). Groningen: édition Barkhuis, *Advances in Archaeobotany* 2; 2016.
57. Percival J. La plante de blé. Une monographie. Londres: Duckworth & co; 1921. 463 p.
58. Peyron O, Magny M, Goring S, Joannin S, de Beaulieu JL, Brugiapaglia E et al. Modèles contrastés de changements climatiques pendant l'Holocène à travers la péninsule italienne reconstruits à partir de données polliniques. *Climat du passé* 2013; 9: 1233-1252.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
59. Mauri A, Davis BAS, Collins PM, Kaplan JO. Le climat de l'Europe pendant l'Holocène: une reconstruction quadrillée basée sur le pollen et son évaluation multi-proxy. *Revue des sciences quaternaires* 2015; 112: 109-127.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
60. Berger JF, Guilaine J. Le changement environnemental brutal de 8200 cal BP et la transition néolithique: une perspective méditerranéenne. *Quaternary International* 2009; 200: 31–49.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
61. Zapata L, Peña-Chocarro L, Pérez-Jordá G, Stika HP. Début de l'agriculture néolithique dans la péninsule ibérique. *Journal de la préhistoire mondiale* 2004; 18, 4: 283–325.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
62. Bakels C. Der Mohn, die Linearbandkeramik und das Westliche Mittelmeergebiet. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 1982; 12: 11-13.

[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)

63. Salavert A, Martin L, Antolín F, Zazzo A. Le pavot à opium en Europe: découverte de son origine et de sa dispersion au Néolithique. *Antiquité* 2018; 92: 364, el (2018): 1–5.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
64. Peña-Chocarro L. L'agriculture préhistorique en Espagne. L'application de modèles ethnographiques. Oxford: Oxbow, BAR International Series S818; 1999.
65. Salavert A. Économie végétale des premiers agriculteurs du centre de la Belgique (Linearbandkeramik, 5200-5000 av. J.-C.). *Histoire de la végétation et archéobotanique* 2011; 20: 321–332.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
66. Colledge S, Conolly J. Utilisation des plantes sauvages dans les économies de subsistance néolithiques européennes: une évaluation formelle du biais de préservation dans les assemblages archéobotaniques et les implications pour la compréhension des changements dans l'ampleur du régime alimentaire des plantes. *Revue des sciences quaternaires* 2014; 101: 193–206.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
67. Antolín F, Jacomet S. Utilisation des fruits sauvages chez les premiers agriculteurs du Néolithique (5400–2300 avant JC) dans le nord-est de la péninsule ibérique: une pratique intensive? *Histoire de la végétation et archéobotanique* 2015; 24: 19–33.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
68. Veen van der M. Processus de formation des restes de plantes desséchées et carbonisées - identification des pratiques de routine. *Journal of Archaeological Science* 2007; 34: 968–990.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
69. Antolín F, Navarrete V, Saña M, Viñarta A, Gassiot E. Des bergers dans les montagnes et des agriculteurs dans les plaines? Une évaluation comparative des archives archéobiologiques des sites néolithiques de l'est des Pyrénées ibériques et des basses terres du sud. *Quaternaire International* 2018; 484: 75–93.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
70. Jones G. Évaluation de l'importance de la culture et de la collecte en Grande-Bretagne néolithique. Dans: Fairbairn AS, éditeur. *Plantes en Grande-Bretagne néolithique et au-delà*. Oxford: Oxbow Books; 2000. pp. 79–80.
71. McClatchie M, Bogaard A, Colledge S, Whitehouse NJ, Schulting RJ, Barratt P et al. Agriculture néolithique dans le nord-ouest de l'Europe: preuves archéobotaniques d'Irlande. *Journal of Archaeological Science* 2014; 51: 206–215
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
72. Hillman G. Interprétation des restes de plantes archéologiques: application de modèles ethnographiques de Turquie. Dans: van Zeist W, Casparie WA, éditeurs. *Plantes and Ancient Man, Studies in Palaeoethnobotany*. Rotterdam: Balkema; 1984. pp. 1–41.
73. Bouby L, Marinval P, Rovira N. Activités végétales et agricoles du Néolithique tardif sur les marges sud du Massif Central (France). L'Holocène; à venir.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
74. Antolín F, Jacomet S, Buxó R, Navarrete V, Saña M. Une perspective intégrée sur l'agriculture dans le site lacustre néolithique ancien de La Draga (Banyoles, Espagne). *Archéologie environnementale* 2014; 19, 3: 241–255.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
75. Ibáñez-Estévez JJ, Gibaja Bao JF, Gassin B, Mazzucco N. Sentiers et rythmes de la propagation de l'agriculture en Méditerranée occidentale: la contribution de l'analyse de la technologie de récolte. Dans: García Puchol O, Salazar García DC, éditeurs. *Périodes de transition néolithique le long de la Méditerranée occidentale*. New York: Springer; 2017. pp 339–371.
76. Mazzucco N, Capuzzo G, Petrinelli Pannocchia C, JJ Ibáñez, Gibaja JF. Outils de récolte et propagation du néolithique dans la région centre-ouest de la Méditerranée. *Quaternaire International* 2018; 470: 511–528.
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
77. Galop D, Vaquer J. Regards croisés sur les premiers indices de l'anthropisation dans le domaine Pyrénéen. Dans: Richard H, éditeur. *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*. Besançon: Presses Universitaires Franc-Comtoises; 2004. pp. 179–194.
78. Galop D, Rius D, Cugny C, Mazier F. Une histoire des interactions homme-environnement à long terme dans les Pyrénées françaises déduite des données polliniques. Dans: Lozny LR, éditeur. *Continuité et changement dans l'adaptation culturelle aux environnements de montagne. De la préhistoire aux menaces contemporaines*. New York: Springer; 2013. pp. 19–30.
79. Clemente I, Gassiot E, Rey J, Antolín F, Obea L, Viñarta Crespo Á, et al. Cueva de Coro Trasito (Tella-Sin, Huesca): Un asentamiento en el Pirineo Central avec ocupaciones del Neolítico antiguo y Bronce medio. Dans: 1er Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés. Saragosse: Universidad de Zaragoza; 2016. pp. 71–80.
80. Mazzucco N, Clemente Conte I, Gassiot E. Perdu dans les montagnes? La Cova del Sardo et la néolithisation des Pyrénées centrales méridionales (cinquième-troisième mill. Cal BC). *Sciences archéologiques et anthropologiques* 2018; <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0603-0>
[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)
81. Lancelotti C, Balbo AL, Madella M, Iriarte E, Rojo-Guerra M, Royo JI et al. La récolte manquante: enquête sur l'utilisation des graminées à Els Trocs, un site de grottes néolithiques dans les Pyrénées (1564 m d'altitude). *Journal of Archaeological Science* 2014; 42: 456–466.

[Voir l'article](#) • [Google Scholar](#)