

Les sédiments comme révélateurs des activités anthropiques dans le delta du Danube - phytolithes

Mihaela DANU, Jean-Michel CAROZZA et Erwan MESSAGER

1. Introduction

La fouille du tell chalcolithique de Taraschina questionne sur les raisons de l'implantation d'un habitat dans un milieu ouvert, formé de plateaux bordés de chenaux et de zones humides, paysages très différents de ceux de l'actuel delta du Danube (Carozza *et al.*, 2011b ; Carozza *et al.*, 2012). Dans un tel contexte, il est fondamental de comprendre les caractéristiques définissant le paysage végétal durant la période chalcolithique et de savoir comment ces populations ont géré leur environnement, à proximité de leur habitat. Parmi les différents proxys botaniques, les phytolithes se sont avérés être de bons marqueurs pour mettre en évidence l'histoire des formations végétales locales. Ces vestiges, d'origine végétale, ont également permis de mieux comprendre les interactions homme-environnement, en particulier d'évaluer l'intensité des activités agricoles au moment de l'occupation chalcolithique du tell de Taraschina. Les assemblages des phytolithes, issus des dépôts inférieurs et moyens de deux séquences sédimentaires carottées à proximité et sur la bordure du tell (Logs 10 et 12 ; fig. 2), ne reflètent pas des dépôts naturels de phytolithes, mais plutôt une accumulation de vestiges issus du traitement de céréales (Danu *et al.*, 2019).

Ces premiers résultats nous ont encouragé à poursuivre l'analyse sur d'autres carottes. Les premières ont été prélevées à la périphérie du site (Log 21 et Log 22), pour vérifier si le signal enregistré dans la séquence du Log 10 était reproductible. Il s'agissait également de confirmer la nature des activités agraires réalisées par les populations chalcolithiques. Une autre séquence a été collectée dans des secteurs plus éloignés de l'habitat pour rechercher une séquence sédimentaire potentiellement moins affectée par les activités anthropiques (Log 20, fig. 2).

2. Le site de Taraschina et son environnement proche

Le site de Taraschina est situé dans l'actuel delta du Danube, sur la commune de Maliuc, à environ 23 km en amont de l'embouchure de Sulina (fig. 1). La nature exceptionnelle du site de Taraschina est essentiellement due à sa position dans le delta. Le site est attribué à la culture chalcolithique Gumelnița, sur la base de l'étude céramologique. Il est daté du 5^e millénaire BC par une série de datations radiocarbone.

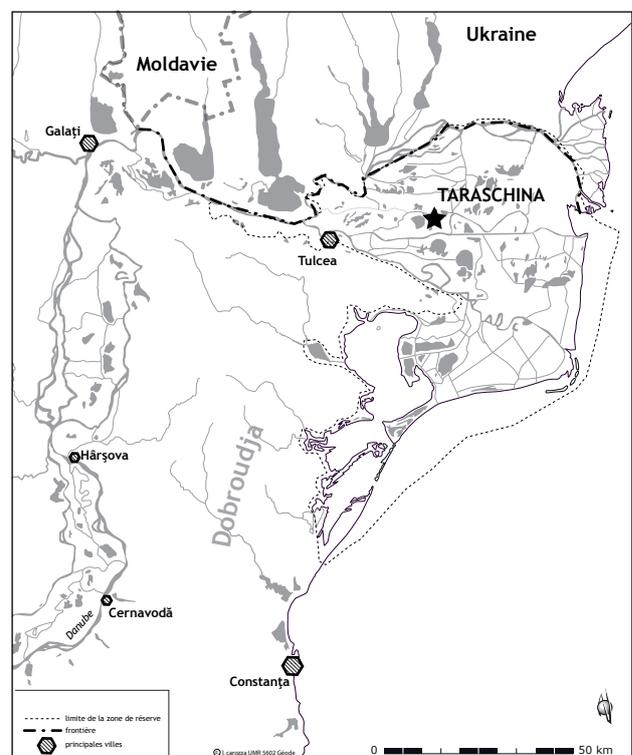


Figure 1
Localisation du site de Taraschina (DAO : L. Carozza).

La plus ancienne occupation découverte en contexte alluvial dans le delta du Danube avait été attribuée à une période de transition entre le Chalcolithique et l'âge du Bronze (Vasiliu, 1995).

La chronologie de l'occupation du site, déduite de l'analyse des niveaux du tell, couvre une période allant de 4800 à 4100 cal. BC (Carozza *et al.*, 2011a, 2011b). Ces occupations sont principalement liées à la culture Gumelnița. Les indices archéologiques indiquent que le site a été progressivement abandonné, vers 4150-4050 cal. BC, probablement en raison d'un changement de fonction (habitat temporaire ou spécialisé) et de modifications de l'environnement. Cependant, le haut de la séquence montre que

les occupations du tell se poursuivent entre 4300 et 4050 cal. BC. Pour l'instant, aucune occupation chalcolithique postérieure à 4100-4050 cal. BC n'est avérée. Cette date pourrait être considérée comme celle de l'abandon définitif du site. Cette hypothèse est renforcée par les assemblages de phytolithes enregistrés dans le Log 10 (Danu *et al.*, 2019). En effet, les phytolithes caractérisant les activités agricoles sont très rares (ou absents) dans le dernier mètre de la séquence.

La cartographie du tell de Taraschina montre que la zone d'habitat s'étend sur plus de 15 000 m² ; ce dernier est composé d'au moins deux principaux sites (les sites 1 et 2, fig. 2). Chacun a livré les restes de bâtiments d'habitation effondrés, associés à des fosses.

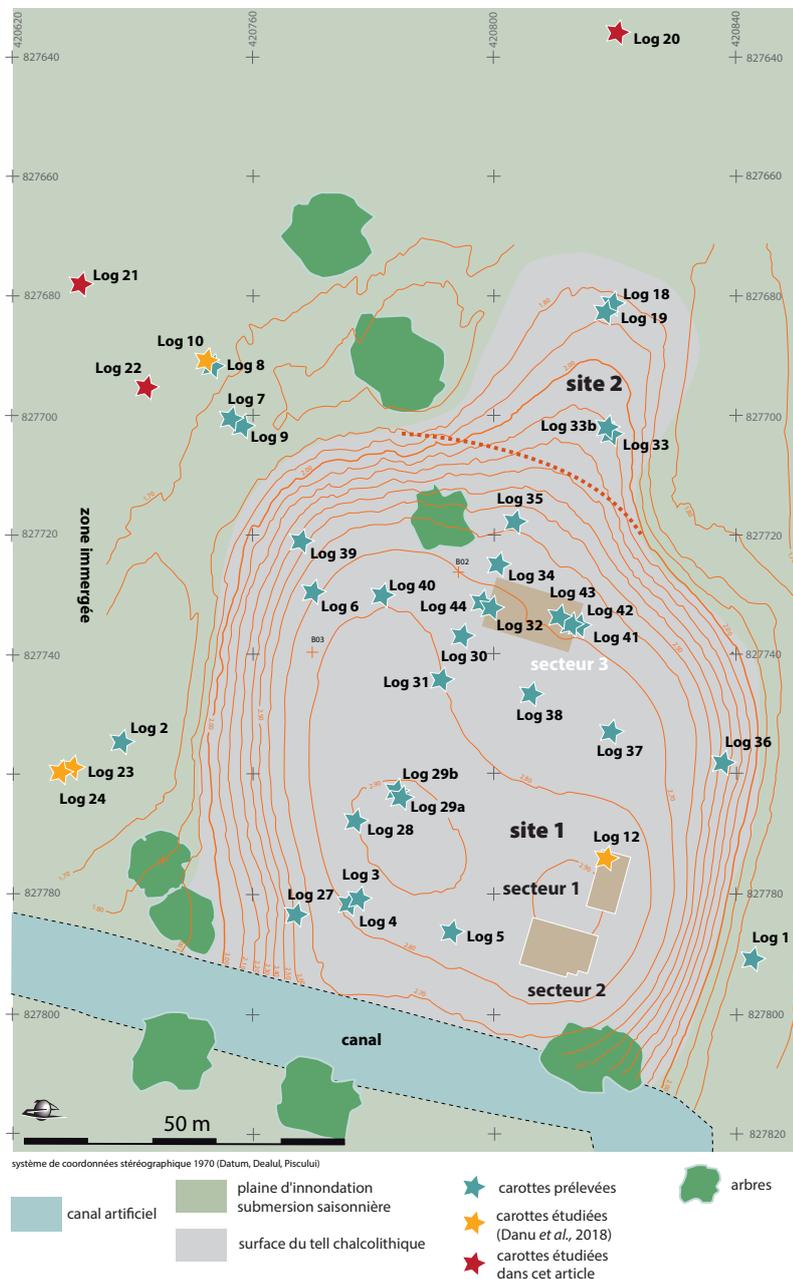


Figure 2

Localisation des carottes 20, 21 et 22 dans la zone du site de Taraschina (DAO : L. Carozza).

Sur un plan géomorphologique, cette partie du delta correspond à la partie supérieure et ancienne du système deltaïque. Elle est aussi nommée le « delta fluvial interne » (Panin, 1972) jusqu'aux rides de Letea-Caraorman, la structure géomorphologique la plus élevée du delta.

Le delta de fond de baie forme une aire de forme triangulaire, délimitée au nord par le bras de Chilia et au sud par celui de Sulina-Saint Georges. Dans la zone de Taraschina, le nombre de lacs est réduit, en comparaison avec d'autres zones du delta. Les carottages entrepris dans le voisinage du site montrent que la terrasse de loess apparaît sous la surface actuelle de la plaine d'inondation, entre 1 et 4 m. La séquence alluviale holocène, qui recouvre partiellement le site, se compose essentiellement de limons et d'argiles organiques. Les sédiments plus grossiers (sables fins et grossiers) sont rares, ils ont été mis au jour dans la partie nord du site. La reconstitution paléogéographique montre que le site est probablement situé en bordure d'une pente d'environ 2 m (terrasse alluviale ou incision fluviale), surplombant une zone de marécage (fig. 2).

3. Matériaux et méthode

3.1. Carottage, description des carottes et datation

Dans cette étude, nous présenterons trois séquences : les Logs 20, 21 et 22 (fig. 2). Ces carottes ont été extraites par l'équipe de fouille, à l'extérieur du site, à l'aide d'un carottier à percussion de type Cobra TT. Les séquences ont été corrélées par un certain nombre de couches sédimentaires repères et à l'aide de datations radiocarbone.

• Log 20 :

La séquence, longue de 3,00 m a atteint le *substratum* loessique à la profondeur de 2,25 m. Cette séquence n'a pas fait l'objet de travaux analytiques de laboratoire et son interprétation repose uniquement sur la caractérisation macroscopique des faciès sédimentaires (texture, couleur, structures sédimentaires et inclusions biologiques et anthropiques). Elle comporte les unités suivantes :

- l'unité 1 correspond au *substratum* pré-deltaïque constitué de loess de couleur jaune pâle. Il apparaît vers -1,0 m bsl ;
- l'unité 2 est un ensemble stratifié dominé par des limons grossiers et des limons sableux. Le milieu de la séquence, vers 0,50 m bsl, montre une intercalation

sableuse qui traduit des apports de chenaux. Elle a probablement été déposée en bordure de chenal, soit sur une berge, soit en arrière d'une levée de berge ;

- l'unité 3, épaisse de 1,20 m, est constituée d'une alternance de limons fins et d'argiles limono-organiques. Elle traduit une diminution des apports détritiques et un renforcement de la composante organique de la sédimentation, probablement en lien avec l'éloignement du chenal.

• Log 21 :

La séquence 21 a été prélevée au sud-ouest du tell, à environ 100 m de celui-ci. La séquence, d'une longueur de 4 m, atteint le *substratum* loessique à 2,90 m. Cette séquence n'a pas fait l'objet d'analyses sédimentologiques et son interprétation repose uniquement sur la description des faciès sédimentaires et sur 2 datations ¹⁴C qui y ont été réalisées (fig. 3). Elle se compose des unités suivantes :

- l'unité 1, à la base, correspond au *substratum* loessique pré-deltaïque qui a été recoupé sur près d'un mètre d'épaisseur. L'altitude de l'apparition des loess est donc voisine de -1,50 m bsl ;
- l'unité 2 est une séquence limono-organique, présentant localement des enrichissements en sables. Sa base est très riche en éléments coquilliers. Elle a probablement été mise en place dans un environnement de plaine marécageuse distale ;
- l'unité 3 débute par un niveau plus sableux puis évolue rapidement vers un milieu dominé par la sédimentation organo-minérale. Il s'agit probablement d'un marais distal ;
- l'unité 4 marque un retour à des conditions plus connectées au chenal et à une augmentation de la fraction détritique fine, argileuse et limoneuse fine.

Interprétation générale de la séquence 21

Cette séquence semble se mettre en place dans un contexte d'aggradation rapide, en bordure de chenal, comme l'attestent les récurrences sablo-limoneuses intercalées dans le remplissage organo-minéral.

Chronologie

La chronologie de la séquence ne repose que sur 2 dates ¹⁴C (fig. 3). La datation de la base de la séquence indique un début d'accrétion verticale vers cca. 4450-4310 BC. La séquence est probablement discontinue et marquée par un hiatus et/ou un très fort ralentissement des apports au sommet de l'unité 2. La reprise de la sédimentation, qui débute par un épisode grossier, n'est pas directement renseignée.

Elle est antérieure à la date de 1430-1625 AD donnée par la datation 14C supérieure. Ici aussi, près de la moitié de la séquence est donc historique et vient recouvrir, après un long hiatus, une séquence ancienne.

• *Log 22* :

Le carottage a traversé une séquence sédimentaire de 3,00 m d'épaisseur et a atteint le *substratum* pré-deltaïque à seulement 1,75 m sous la surface. Là également, la description de cette séquence repose uniquement sur des éléments visuels macroscopiques. Elle se décompose suivant l'organisation suivante :

- l'unité 1 est associée au *substratum* pré-deltaïque lœssique. Il a été recoupé sur une épaisseur de 1,10 m. Le sommet de cette unité se trouve autour de 0,25 - 0,30 m bsl, ce qui atteste de l'existence d'un paléo-relief ;

- l'unité 2 est dominée par des formations limono-organiques très rythmées qui attestent d'une mise en place dans une zone marginale, probablement en bordure de la plaine alluviale. La concentration en malacofaune est importante ;

- l'unité 3 est très homogène et se caractérise par une matrice limoneuse. Là aussi, la présence importante de malacofaune est un trait caractéristique. Cette unité pourrait avoir été mis en place en contexte de plaine alluviale distale soumise à des crues débordantes récurrentes et chargées en limons en suspension.

3.2. Échantillonnage, extraction des phytolithes, comptages et classification

3.2.1. Préparation et protocole de laboratoire

En vue d'une analyse des phytolithes, 7 échantillons ont été prélevés dans le Log 21. Huit autres échantillons ont été prélevés dans les Logs 20 et 22. L'extraction du contenu phytolithique a été réalisée au CEPAM Nice (UMR 7264), à partir d'un échantillon de sédiment d'environ 1 g, selon le protocole de routine du laboratoire : décarbonatation des sédiments ; défloculation des argiles, filtration, décantations

répétées pour éliminer les plus petites particules (argiles), oxydation de la matière organique, dessiccation du culot, séparation par densimétrie (à l'aide du polytungstate de sodium de densité calibrée à 2,35), rinçage et filtration des culots, séchage et montage entre lame et lamelle.

3.2.2. Identification, comptage et construction du diagramme

L'observation des lames au microscope optique à transmission, à des grossissements de 450 fois, permet d'identifier les différents morphotypes des phytolithes présents sur la lame. Les phytolithes sont très bien préservés dans les 3 séquences et, en règle générale, un effectif de 200 particules microscopiques d'opale ($\text{SiO}_2, \text{nH}_2\text{O}$) d'origine végétale a été compté.

La dénomination des morphotypes s'efforce de suivre les recommandations de l'ICPT (ICPT, 2019).

Les diagrammes de phytolithes ont été réalisés à l'aide du logiciel GpalWin.

3.2.3. Classification

Quatorze catégories de phytolithes ont été observées et donc utilisées pour essayer d'apporter de nouvelles informations sur le paléo-milieu et les activités anthropiques sur le secteur de Taraschina.

Les phytolithes de type ELONGATE ENTIRE, ELONGATE DENDRITIC, ACUTE BULBOSUS et BULLIFORM FLABELLATE sont essentiellement formés dans l'épiderme des graminées (Twiss *et al.*, 1969 ; Piperno, 1988 ; Mulholland, 1989), mais ils peuvent aussi être produits par d'autres groupes (Piperno, 1988 ; Strömberg *et al.*, 2002). Le type ACUTE BULBOSUS 2 comprend des phytolithes atypiques de trichome, mais n'a pas de valeur taxonomique car il peut être produit tant par des graminées que des Dicotylédones.

Les morphotypes RONDEL, CRENATE, BILOBATE, POLYLOBATE et SADDLE sont produits dans des cellules épidermiques courtes de graminées. Ils peuvent être utilisés pour identifier les principales sous-familles de *Poaceae* répertoriées dans l'assemblage phyto-

Site	ensemble daté	matériel	Date BP	cal 68,2%	cal 95,4%	n° labo
Taraschina carotte	Log 21 (-2,09/2,05)	charbon	405 ± 30 BP	1442-1601 AD	1433-1624 AD	Poz- 56451
Taraschina carotte	Log 21 (-2,80/2,82)	charbon	5545 ± 35 BP	4446-4348	4452-4341	Poz- 56452

Figure 3
Tableau des dates radiocarbone.

lithique (Twiss *et al.*, 1969 ; Fredlund et Tieszen, 1994). La forme RONDEL est fréquemment associée à la sous-famille des *Pooideae* (Mulholland, 1989 ; Piperno and Pearsall, 1998), mais on la trouve aussi dans d'autres sous-familles des *Poaceae*, comme les *Arundinoideae* (Barboni, Bremond, 2009). Le morphotype CRENATE peut être considéré comme un bon traceur de la sous-famille des *Pooideae* (Barboni *et al.*, 2007). Le morphotype BILOBATE se retrouve principalement chez les sous-familles des *Panicoideae* et des *Arundinoideae*. Le morphotype de SADDLE est produit en grande proportion par les *Chloridoideae*.

Le type *Papillate* correspond à des papilles épidermiques silicifiées, essentiellement présentes dans les inflorescences de *Poaceae* (Ball *et al.*, 2001 ; Berlin *et al.*, 2003).

Le morphotype BLOCKY n'a pas été assigné à un groupe taxonomique dans cette étude. Dans les travaux antérieurs, cette classe a été attribuée à *Artemisia* ou à différents genres de *Pinaceae* (Pearsall and Piperno, 1993 ; Blinnikov *et al.*, 2002).

Le type TRACHEARY est généralement attribué aux dicotylédones herbacées ou ligneuses, mais peut également être produit en petites quantités par les conifères et les fougères (Piperno, 1988 ; Runge, 1999).

La forme *silica skeleton* (phytolithes en connexion), correspondant à des fragments d'épiderme silicifiés de *Poaceae*, a également été identifiée (Rosen, 1992). Elle correspond à des fragments de tiges, de feuilles et d'inflorescence de plantes de *Poaceae*. Au sein de ce groupe, deux classes ont été individualisées : 1. *silica skeleton* formé de phytolithes ELONGATE DENDRITIC provenant d'inflorescences, et 2. *silica skeleton* formé de phytolithes ELONGATE ENTIRE provenant de tiges et de feuilles.

De nombreux spicules et diatomées ont été observés, en particulier dans les échantillons supérieurs des séquences.

L'abondance relative de chaque morphotype a été calculée en pourcentage de la somme des phytolithes classifiés. Cette somme, utilisée pour le calcul des pourcentages, était basée sur le nombre total de phytolithes comptés par échantillon (plus de 200 par échantillon). Les *silica skeleton*, les diatomées et les spicules ont été exclus de la somme totale des phytolithes afin d'éviter la surreprésentation de ces groupes. La représentation de chaque groupe a été exprimée en pourcentage de la somme des phytolithes plus la somme du groupe [i.e. % des diatomées = $N \text{ diatomées} / (\sum \text{ phytolithes} + N \text{ diatomées}) \times 100$].

4. Résultats

Les phytolithes sont très bien préservés dans les 3 séquences (fig. 4-6). Les phytolithes de graminées (*Poaceae*) dominent tous les assemblages. Au sein de ce groupe, le groupe « *Pooideae* » (représenté par la classe CRENATE et une partie de la classe RONDEL) est la sous-famille la mieux enregistrée. *Pooideae* est le principal groupe de *Poaceae* dans les régions tempérées, mais nous ne pouvons pas exclure qu'une partie de la classe RONDEL puisse provenir aussi de la sous-famille des *Arundinoideae* (par exemple du roseau - Phragmites).

4.1. Log 21, périphérie du site

Si l'on excepte l'échantillon de surface de cette séquence, on note une bonne représentation des ELONGATE DENDRITIC, des phytolithes issus d'inflorescences (glumes et glumelles) de *Poaceae* (Ball *et al.*, 2001). Une autre caractéristique intéressante de ces spectres est la présence très importante du groupe *silica skeleton*. Les épidermes de graminées (dont la plupart sont coupés) sont très bien enregistrés (20-30 %).

La forme la plus couramment rencontrée dans cette séquence est RONDEL et des pourcentages relativement élevés de CRENATE ont été enregistrés, ce qui souligne l'importance du groupe des *Pooideae*.

À 160 cm de profondeur, on observe une augmentation considérable des spicules d'éponges, une diminution de la valeur de *silica skeleton* et l'absence des phytolithes de type ELONGATE DENDRITIC.

L'échantillon de surface, situé à 15 cm de profondeur, montre l'abondance des spicules (70 %). On observe aussi la présence de diatomées (plus de 10 %), associées à de nombreux morphotypes de BULLIFORM FLABELLATE. Les formes ELONGATE DENDRITIC et les épidermes sont absents. Cet échantillon témoigne d'une remise en eau et le retour d'une végétation hygrophile et non anthropisée.

4.2. Log 22 (4 échantillons), périphérie du site

Les assemblages issus de cette séquence sont assez similaires aux assemblages provenant de la séquence du Log 21. Les phytolithes RONDEL et CRENATE enregistrent dans cette séquence des valeurs très importantes, la sous-famille *Pooideae* étant donc bien représentée. On observe également une bonne représentation des ELONGATE DENDRITIC et on note que les épidermes de graminées (attestés par les *silica skeleton*) sont très bien représentés (plus de 25 %). En ce qui

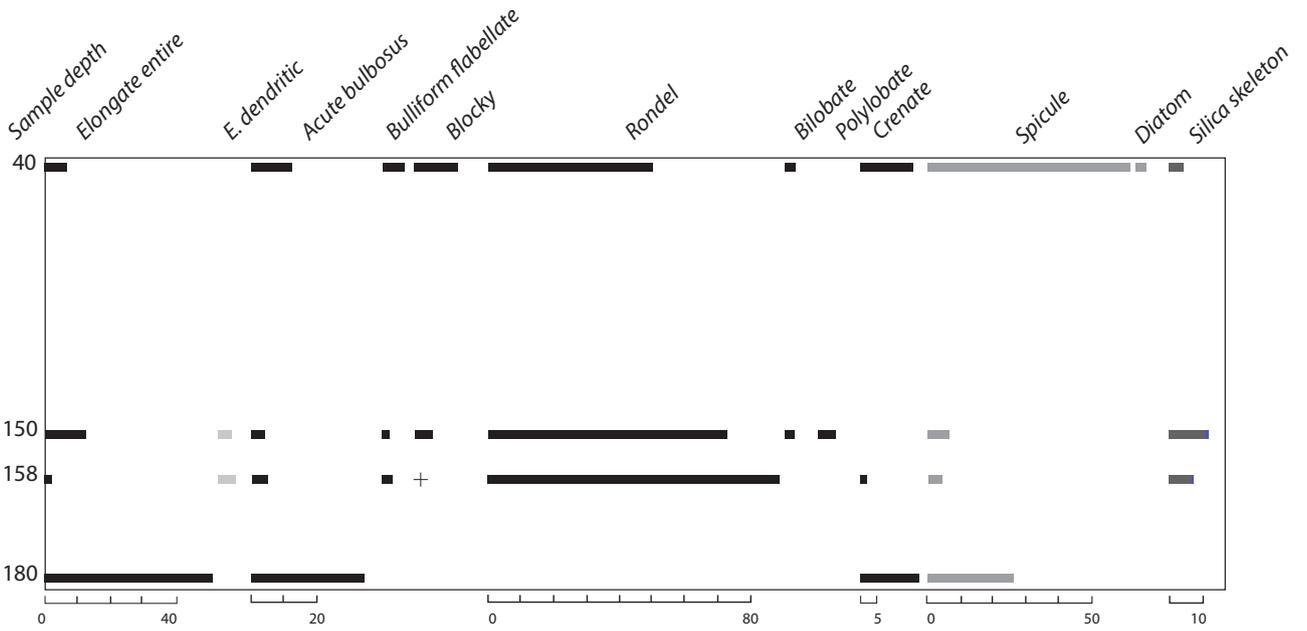


Figure 4
Assemblages de phytolithes (%) à partir du Log 20.

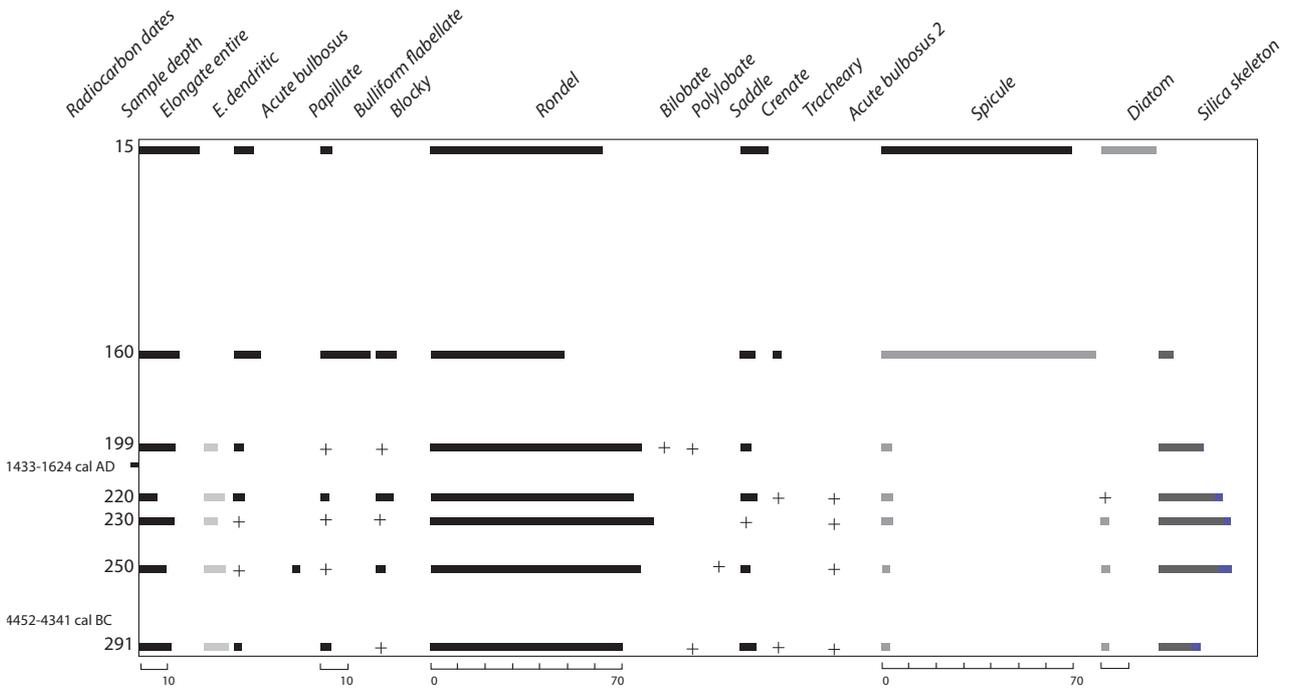


Figure 5
Assemblages de phytolithes (%) à partir du Log 21.

concerne l'échantillon de surface, comme dans le cas du log 21, les spicules et les diatomées sont très bien enregistrés.

4.3. Log 20 (4 échantillons), plus éloigné du site

L'échantillon le plus profond (-180 cm) de cette séquence n'a fourni qu'un très faible effectif de phytolithes. Les morphotypes RONDEL et CRENATE n'ont pas été enregistrés dans cet échantillon. L'analyse des échantillons situés à -158 cm et -150 cm a livré des assemblages tout à fait similaires à ceux observés dans les enregistrements des Log 21 et 22. Dans le Log 20, comme dans les autres séquences, l'échantillon du sommet présente un assemblage dominé par les spicules, révélateur du changement de conditions édaphiques.

5. Discussion

Les assemblages phytolithiques issus des enregistrements sédimentaires collectés hors-site ont permis de produire de nouvelles données sur l'exploitation du milieu et sur la gestion des ressources végétales à Taraschina. Les recherches menées sur ces trois nouvelles séquences ont permis de retracer l'évolution du couvert végétal et de mettre en évidence une intense activité agricole. L'analyse des phytolithes a révélé des assemblages d'origine anthropique dans lesquels les graminées jouent un rôle majeur.

Les séquences des Logs 21 et 22 sont caractérisées par de pourcentages importants de phytolithes ELONGATE DENDRITIC. Comme nous l'avons vu, l'abondance de cette classe de phytolithes marque le traitement des céréales (Berlin *et al.*, 2003 ; Portillo, Albert, 2011). Ainsi, la présence de nombreux phytolithes ELONGATE DENDRITIC est interprétée comme le signe de la présence de céréales à Taraschina. L'abondance de la forme *silica skeleton* issue des inflorescences confirme l'abondance de ces dernières sur le site. Les pourcentages de *silica skeleton* provenant de tiges et de feuilles de *Poaceae* reflètent par ailleurs une accumulation de résidus de battage. Ce signal phytolithique permet de mettre en évidence la transformation des céréales dans la zone de Taraschina. La consommation de céréales a été attestée à Taraschina par des graines carbonisées (Danu *et al.*, 2019). Ces dernières se composent en particulier d'orge commune (*Hordeum vulgare*) et d'amidonner (*Triticum dicoccum*).

Les spectres de phytolithes observés dans ces trois séquences « hors site » (caractérisées par de nombreux ELONGATE DENDRITIC et des *silica skeleton*) présentent des similitudes significatives avec les spectres provenant du Log 10 et ceux provenant des dépôts archéologiques, Log 12 (Danu *et al.*, 2019).

Les assemblages phytolithiques des Logs 21, 20 et 22 montrent, à l'instar des deux précédentes séquences étudiées (Logs 10 et 12, Danu *et al.*, 2019), que les

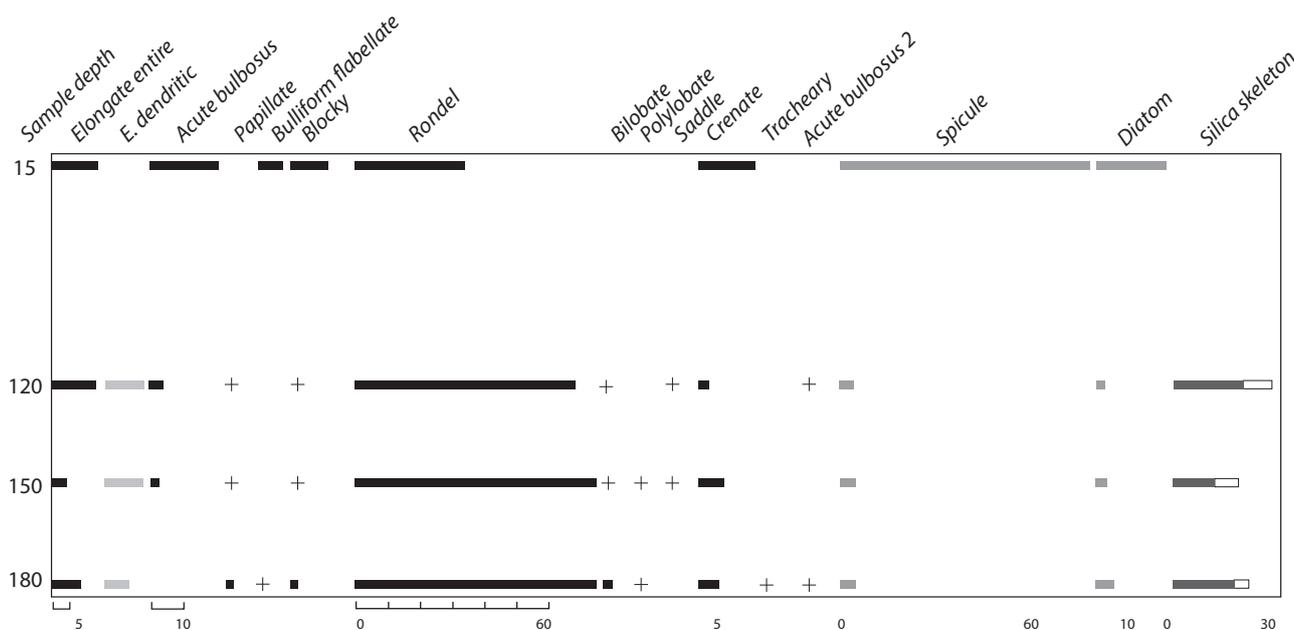


Figure 6 Assemblages de phytolithes (%) à partir du Log 22.

populations chalcolithiques cultivaient des céréales dans cette zone. L'hypothèse d'une culture locale est renforcée par l'abondance des sous-produits de battage retrouvés dans les trois séquences (essentiellement la forte quantité de phytolithes de la classe *silica skeleton*). Cela démontre que les plants de céréales entiers (paille comprise) ont été apportés à proximité immédiate ou directement sur le site.

Bien que la séquence du Log 21 ait été carottée à environ 100 m de distance du site, la teneur des sédiments en phytolithes montre que l'influence humaine est encore très importante. Ces assemblages de phytolithes, retrouvés dans toutes les séquences – y compris les plus éloignées du site –, portent le signal de traitement des céréales. Ils reflètent l'envergure des pratiques agraires des communautés chalcolithiques dans ce secteur. Les assemblages de phytolithes issus des séquences « hors site » pourraient refléter des processus de battage, tandis que les assemblages des dépôts archéologiques (Log 12, Danu *et al.*, 2019) montrent la pratique du vannage et du dépiquage.

Ces nouveaux résultats confirment que les assemblages de phytolithes témoignent de la pratique, sur le site, de différentes étapes de transformation des céréales.

L'origine de ces fortes concentrations en phytolithes dans les séquences « hors site » reste une question débattue ; plusieurs hypothèses peuvent être envisagées :

1. l'analyse de ces 5 logs révèle des activités anthropiques potentiellement liées à une zone de culture, où les sols auraient été enrichis par fumure (déchets ménagers et/ou fumier). Le fumier pourrait alors être composé de sous-produits de transformation, utilisés comme fourrage pour le bétail (Harvey et Fuller, 2005 ; Lancelloti, Madella, 2012) ;

2. une autre hypothèse pourrait être l'existence d'une immense aire de battage. La prédominance de la forme *silica skeleton* – provenant des tiges et des feuilles – pourrait étayer ce scénario. L'hypothèse d'une aire de battage, associée à l'utilisation du traîneau de battage (*Tribulum*), a déjà été proposée par Skakun sur les sites chalcolithiques de Bulgarie (Skakun, 1993 ; Anderson, 1998 ; Anderson *et al.*, 2006). Plusieurs exemples de la forme *silica skeleton*, présentant des traces de coupe caractéristiques du *Tribulum* (Anderson, 2003, 2006 ; Anderson *et al.*, 2006), ont été observés dans les assemblages des phytolithes de Taraschina (Logs 10 et 12, mais aussi 20, 21 et 22) ;

3. Comme la paille légère peut être utilisée comme matériau de construction, par exemple comme dégraissant (Hillman, 1984), les phytolithes correspondants

auraient pu être libérés après la destruction et la dissolution des matériaux de construction, et mélangés avec les sédiments environnants. Au sein de l'habitat de Taraschina il semble cependant acquis que la terre à bâtir qui forme les constructions soit formée d'un mélange de loess argileux et de fibres végétales issues des roseaux (tiges et feuilles) ;

4. une autre hypothèse pouvant expliquer la grande quantité de phytolithes présents dans les dépôts environnants le site serait le produit de l'accumulation d'une grande quantité de restes de battage. Ces restes résulteraient de la pratique intense du traitement des céréales sur le site même et dans ses environs. Ils ont pu être utilisés autour du site par les habitants (combustible, bâtiment, artisanat, fourrage ; Anderson, 2003), ou simplement dispersés autour du site.

Les échantillons issus des sommets de séquences sédimentaires des Log 21, 20 et 22 révèlent un déclin progressif des phytolithes caractérisant le traitement des céréales. Simultanément, les marqueurs du milieu aquatique (tels que les spicules d'éponge et/ou les diatomées) marquent une augmentation significative, probablement causée par les variations hydrologiques. Cet aspect est également observé dans les Logs 10 et 12. Ces assemblages de silice biogénique (phytolithes + spicules d'éponge + diatomées) reflètent donc un changement environnemental significatif dans la région de Taraschina, marqué par la modification des conditions édaphiques autour du site et le déclin de l'influence humaine.

6. Conclusion

Les assemblages de phytolithes constituent des marqueurs fiables pour connaître la composition des communautés végétales présentes sur le tell Taraschina depuis la période chalcolithique. Grâce à ce proxy archéobotanique, il a été possible de mettre en évidence des activités humaines dans le delta du Danube pendant la Préhistoire. Les résultats des Logs 20, 21 et 22 révèlent la prépondérance des marqueurs d'un paléo-milieu fortement anthropisé. La présence massive des formes caractéristiques du traitement des céréales dans ces 3 séquences atteste de la transformation des plantes dans l'environnement proche du site. Cette étude confirme que les populations chalcolithiques de Taraschina ont cultivé des céréales au cœur du delta, il y a plus de 6000 ans. Les données phytolithiques indiquent ensuite un déclin progressif des marqueurs de traitement des céréales et l'augmentation simultanée des marqueurs du milieu aquatique, donc de la montée des eaux et du changement environnemental qui en a résulté.

Références bibliographiques

- Anderson 1998** : ANDERSON (P.C.) – History of Harvesting and Threshing Techniques for Cereals in the Prehistoric Near East, in A.B. Damania, J. Valkoun, G. Willcox, C.O. Qualset Eds., *The origins of agriculture and crop domestication (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Aleppo, Syria)*, p. 145-159.
- Anderson 2003** : ANDERSON (P.C.) – Observations on the threshing sledge and its products in ancient and present-day Mesopotamia, in P.C. Anderson, L.S. Cummings, T.K. Schippers, B. Simonel Eds., *Le traitement des récoltes : un regard sur la diversité du Néolithique au présent*, p. 417-438.
- Anderson 2006** : ANDERSON (P.C.) – Premiers Tribulums, Premières Tractions Animales au Proche-Orient vers 8000-7500 BP ? in P. Pétrequin, R.-M. Arbogast, A.-M. Pétrequin, S. van Willigen, M. Bailly Eds., *Premiers chariots, premières araires. La diffusion de la traction animale en Europe pendant les IV^e et III^e millénaires avant notre ère*. CNRS Editions, Monographies du CRA 29, p. 299-316.
- Anderson et al. 2006** : ANDERSON (P.C.), GEORGES (J.M.), VARGIOLU (R.), ZAHOUANI (H.) – Insights from a tribological analysis of the tribulum, *Journal of Archaeological Science* 33 (11), p. 1559-1568.
- Ball et al. 2001** : BALL (T.B.), GARDNER (J.S.), ANDERSON (N.) – An approach to identifying inflorescence phytoliths from selected species of wheat and barley, in J.D. Meunier, F. Colin Eds., *Phytoliths: Applications in Earth Sciences and Human History. A.A. Balkema Publishers, Exton, PA*, p. 289-302.
- Barboni et al. 2007** : BARBONI (D.), BRÉMOND (L.), BONNEFILLE (R.) – Comparative study of modern phytolith assemblages from inter-tropical Africa, *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 246, p. 454-470.
- Barboni, Bremond 2009** : BARBONI (D.), BREMOND (L.) – Phytoliths of East African grasses: An assessment of their environmental and taxonomic significance based on floristic data, *Review of Palaeobotany and Palynology* 158 (1-2), p. 29-41.
- Berlin et al. 2003** : BERLIN (A.), BALL (T.B.), THOMPSON (R.), KITTLESON (D.), HERBERT (S.C.) – Ptolemaic Agriculture, “Syrian Wheat”, and *Triticum aestivum*, *Journal of Archaeological Science* 30, p. 115-121.
- Blinnikov et al. 2002** : BLINNIKOV (M.S.), BUSACCA (A.), WHITLOCK (C.) – Reconstruction of the Late Pleistocene grassland of the Columbia basin, Washington, USA, based on phytolith records in loess, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 177 (1-2), p. 77-101.
- Carozza et al. 2011a** : CAROZZA (L.), BEM (C.), MICU (C.) – *Société et environnement dans la zone du bas Danube durant le 5^e millénaire avant notre ère*, Iași, Editura Universității «Alexandru Ioan Cuza».
- Carozza et al. 2011b** : CAROZZA (L.), MICU (C.), CAROZZA (J.-M.), HAITĂ (C.), BĂLĂȘESCU (A.), RADU (V.), BURENS (A.), MIHAIL (F.), AILINCĂI (S.), FLOREA (M.) – L’habitat chalcolithique de Taraschina à Mila 23 et le peuplement ancien du delta du Danube durant la première moitié du 5^e millénaire avant notre ère, in S. Mills, P. Mirea Eds., *The lower Danube in prehistory: landscape changes and human environment interactions* - Proceedings of the International Conference - Alexandria 3-5 November 2010, Ed. Renaissance, București, p. 31-47.
- Carozza et al. 2012** : CAROZZA (J.-M.), MICU (C.), MIHAIL (F.), CAROZZA (L.) – Landscape change and archaeological settlements in the lower Danube valley and delta from early Neolithic to Chalcolithic time: a review, *Quaternary International* 261, p. 21-31.
- Danu et al. 2019** : DANU (M.), MESSENGER (E.), CAROZZA (J.-M.), CAROZZA (L.), BOUBY (L.), PHILIBERT (S.), ANDERSON (P.), BURENS (A.), MICU (C.) – Phytolith evidence of cereal processing in the Danube Delta during the Chalcolithic period, *Quaternary International* 504, p. 128-138.
- Fredlund et al. 1994** : FREDLUND (G.), TIESZEN (L.) – Modern phytolith assemblages from the North American Great Plains, *Journal of Biogeography* 21, p. 321-335.
- Harvey, Fuller 2005** : HARVEY (E.L.), FULLER (D.Q.) – Investigating crop processing through phytolith analysis: the case of rice and millets, *Journal of Archaeological Science* 32, p. 739-752.
- Hillman 1984** : HILLMAN (G.) – Interpretation of archaeological plant remains: the application of ethnographic models from Turkey, in W. van Zeist, W.A. Casparie Eds., *Plants and Ancient Man, Studies in Palaeoethnobotany*, Rotterdam, Balkema, p. 1-41.
- ICPT** : Neumann (K.), Albert (R.M.), Ball et al. – International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0. *Annals of Botany* 124 (2), p. 189-199.
- Lancelotti, Madella 2012** : LANCELOTTI (C.), MADELLA (M.M.) – The ‘invisible’ product: developing markers for identifying dung in archaeological contexts, *Journal of Archaeological Science* 39, p. 953-963.
- Mulholland 1989** : MULHOLLAND (S.) – Grass opal phytolith production: A basis for archaeological interpretation in the northern plains. Archaeobotany through phytolith analysis symposium, Annual meeting of the Soc. Amer. Archaeology, abstracts, *The Phytolitharian Newsletter* 6 (1), p. 4.
- Panin 1972** : PANIN (N.) – Histoire quaternaire du Delta du Danube, Essai d’interprétation des faciès des

depots deltaïques, *Cercetări Marine* 4, p. 5-15.

Pearsall, Piperno 1993 :

PEARSALL (D.M.), PIPERNO (D.R.) – *Current research in phytolith analysis: applications in archaeology and paleoecology*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia.

Piperno 1988 : PIPERNO (D.) –

Phytolith Analysis: An Archaeological and Geological Perspective, Academic Press, San Diego.

Piperno, Pearsall 1998 : PIPERNO

(D.R.), PEARSALL (D.M.) – The Silica Bodies of Tropical American Grasses: Morphology, Taxonomy, and Implications for Grass Systematics and Fossil Phytolith Identification, *Smithsonian contribution to botany*, 85, p. 1-22.

Portillo, Albert. 2011 : PORTILLO (M.), ALBERT (R.M.) – Husbandry Practices and Livestock Dung at the Numidian Site of Althiburos (El Médéina, Kef Governorate, Northern Tunisia): the Phytolith and Spherulite Evidence, *Journal of Archaeological Science* 38 (12), p. 3224-3233.

Rosen 1992 : ROSEN (A.M.) – Preliminary identification of *silica skeletons* from Near Eastern archaeological sites: An anatomical approach, in G.R. Rapp, Mulholland, S.C. Eds., *Phytolith Systematic*. Plenum Press, New York, p. 129-147.

Rovner 1971 : ROVNER (I.) – Potential of Opal Phytoliths for use in Paleocological reconstructions, *Quaternary Research* 1, p. 343-359.

Runge 1999 : RUNGE (F.) – The opal phytolith inventory of soils in

central Africa quantities, shapes, classification and spectra, *Review of Palaeobotany and Palynology* 107, p. 23-53.

Skakun 1993 : SKAKUN (N.N.)

– Agricultural implements in the Neolithic and Eneolithic of Bulgaria, in P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, H. Plisson Eds., *Traces et fonction : les gestes retrouvés*. ERAUL 50, Liege, Belgium, p. 361-368.

Twiss et al. 1969 : TWISS (C.),

SUESS (E.), SMITH (R.) – *Morphology classification of grass phytoliths*. *Proceedings of the Soil Science Society of America* 33, p. 109-115.

Vasilii 1995 : VASILIU (I.) –

Cercetări arheologice în Delta Dunării. Mormintele cu ocră de la Chilia-Veche, *Peuce* XI, p. 49-87.